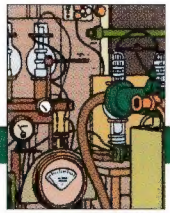
L'air est-il un état de la matière ?



1 oui, c'est une matière gazeuse

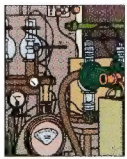
2 non, les seuls états de la matière sont les liquides et les solides

Matière

La matière est constituée par tout ce que l'on peut prendre, palper, toucher. Elle peut être solide (fer, bois), liquide (eau, huile) ou gazeuse (air).

Toutes ces substances sont composées de particules, les atomes et les molécules (assemblage de plusieurs atomes).

1 L'air est un état de la matière



A 0°C, l'eau passe de l'état liquide à l'état solide. Le fer entre en fusion et se liquéfie à 1 535°C.

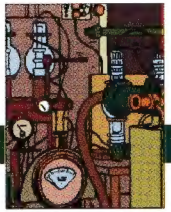
Les 3 états de la matière

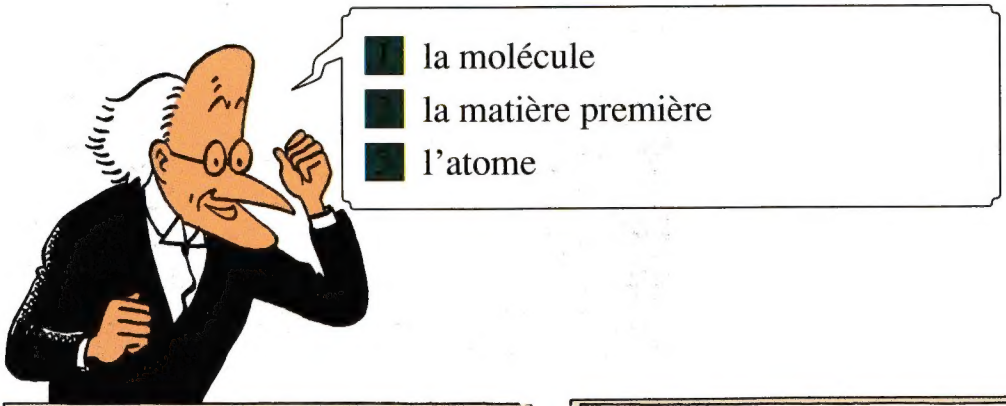
A basse température, les molécules oscillent, mais restent liées les unes aux autres. La matière est dite à l'état solide. Chaque particule occupe sa place, le corps conserve sa forme naturelle ou celle qu'on lui a donnée par façonnage.

Par échauffement, il peut atteindre une température de fusion à laquelle les molécules rompent les liens qui les unissent. Le corps fond, passe à l'état liquide. Si la température s'élève encore et atteint le degré d'ébullition, les molécules s'agitent encore plus : c'est l'évaporation qui fait passer le corps liquide à l'état gazeux.

Extrait de l'album *Les Sept Boules de cristal*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo : Aral / Sipa press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 32-03

Quelle est la plus petite partie de la matière ?

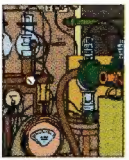


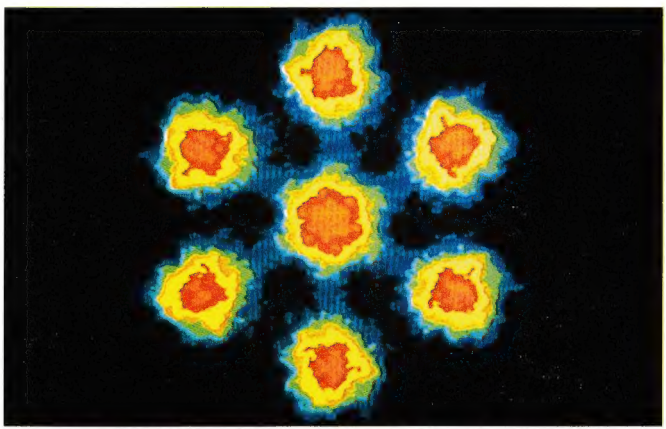


Atome

Atome vient d'un mot grec signifiant : qui ne peut être divisé. C'est la plus petite partie à laquelle on puisse réduire un des éléments chimiques qui constituent la matière.

3 L'atome est la plus petite partie de la matière





Vision d'atomes au travers d'un microscope à fort grossissement.

Si tu pouvais diviser un grain de sel en deux, puis encore en deux et ainsi de suite, tu pourrais examiner, grâce à un microscope spécial, ses infimes particules : chacune d'elles est constituée par un assemblage régulier de grosses et de petites billes : les atomes.

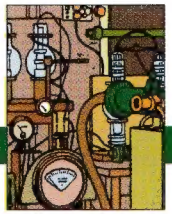
Un jeu de construction

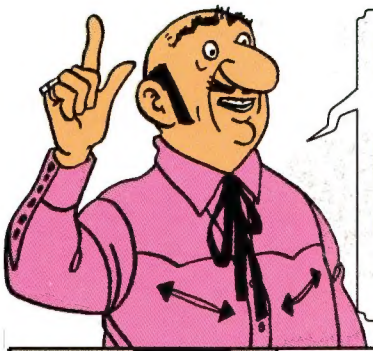
Dans l'exemple du sel, les petites billes sont des atomes de sodium (un métal), les grosses sont des atomes de chlore (un gaz). L'assemblage d'atomes (ou molécule) de sodium et d'atomes de chlore donne du chlorure de sodium (du sel). Si nous brisions ces atomes, nous n'obtiendrions plus du sodium ou du chlore, mais autre chose : un atome de sodium brisé donnerait, par exemple, des atomes de carbone. L'atome est donc bien la plus petite quantité qui puisse exister d'un élément.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

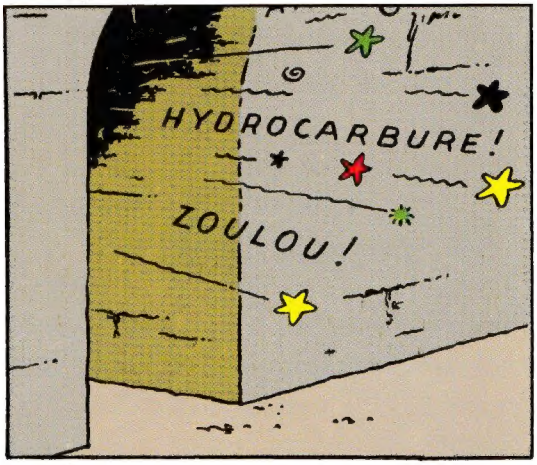
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Ohtsuki / Science Photo Library / Cosmos Imprimé en CEE
© MCMXCIII, Edito-Service S.A. D2 491 72-03

De quoi se compose un hydrocarbure ?





- I c'est un composé formé uniquement de carbone et d'hydrogène
- T c'est du carbone hydraté
- C c'est un composé que l'eau transforme en hydrogène



Hydrocarbure

Composés exclusivement de carbone et d'hydrogène, les hydrocarbures constituent des familles de produits très différents du point de vue de leurs propriétés physiques et chimiques.

1 Un hydrocarbure est un composé formé uniquement de carbone et d'hydrogène

Pétrole et gaz naturels sont la principale source actuelle d'hydrocarbures.

Les plus connus sont utilisés comme carburants (essence, mazout, gas-oil) et comme huiles lubrifiantes pour les moteurs, ou encore comme matière première pour la pétrochimie. La principale source de ces hydrocarbures est le pétrole brut et les gaz naturels. Mais les possibilités d'exploitation, énormes dans les sables et les schistes bitumeux, ne sont pas exploités à cause du coût trop élevé de l'extraction.

Les synthèses pétrochimiques

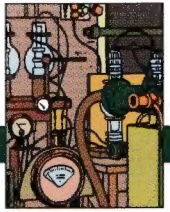
En chimie, il existe d'autres types d'hydrocarbures dont la formule chimique, toujours à base de carbone et d'hydrogène, constitue des familles différentes. Ce sont les hydrocarbures saturés et insaturés, tels que le benzène, dont l'importance industrielle est considérable, ou l'acétylène, utilisé pour le soudage.

Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*

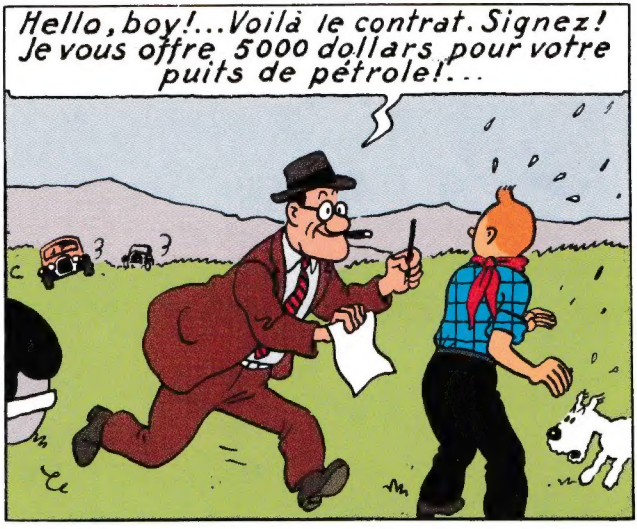
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D. Allen/Hoaqui
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 38-05

Qu'est-ce que le pétrole ?



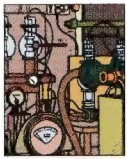
1. un métal liquide
2. une huile minérale naturelle
3. une cire liquide

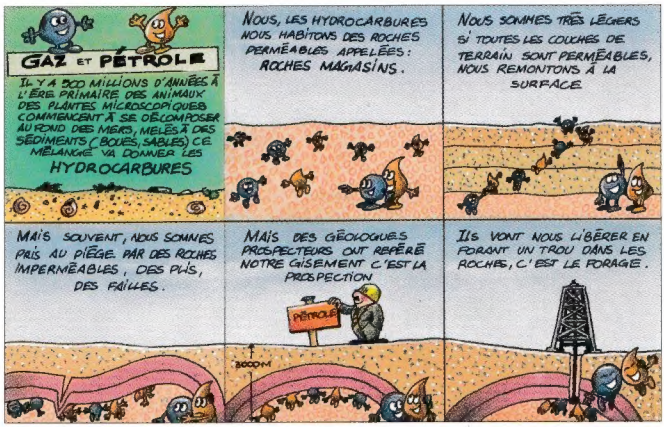


Pétrole

Le pétrole est une huile qui s'est formée à une époque très lointaine, à partir de la décomposition de plantes et d'animaux marins, attaqués par des microbes.

2 Le pétrole est une huile minérale naturelle





A l'origine du pétrole : des plantes et des animaux marins microscopiques.

Ces dépôts ont ensuite été recouverts de sédiments, enterrés au fond des mers et des lagunes.

Des hydrocarbures

Ils se sont lentement transformés en hydrocarbures (corps composés d'hydrogène et de carbone). A la suite de mouvements de la croûte terrestre, les nappes furent enfermées entre des couches de terrains imperméables, formant des gisements de pétrole et de gaz.

Une roche combustible

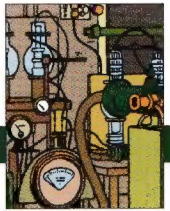
Cette roche combustible, de couleur noire, est devenue une formidable source d'énergie. Les produits dérivés (carburants, lubrifiants pour moteur, textiles, matières plastiques, peintures...) ont envahi notre vie.

Extrait de l'album ***Tintin en Amérique***

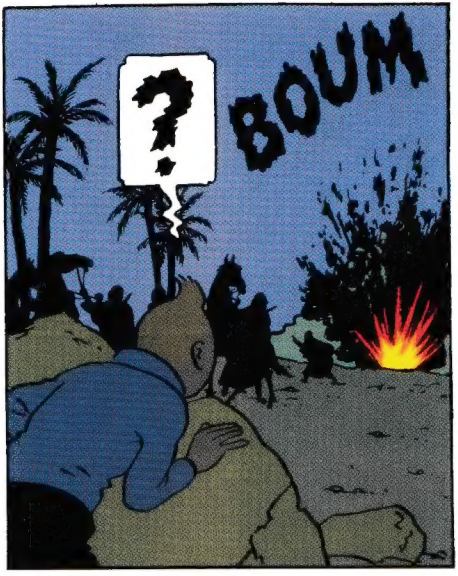
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 07-13

Où fut foré le premier puits de pétrole ?



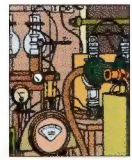
1 en Arabie saoudite
2 au Mexique
3 aux États-Unis

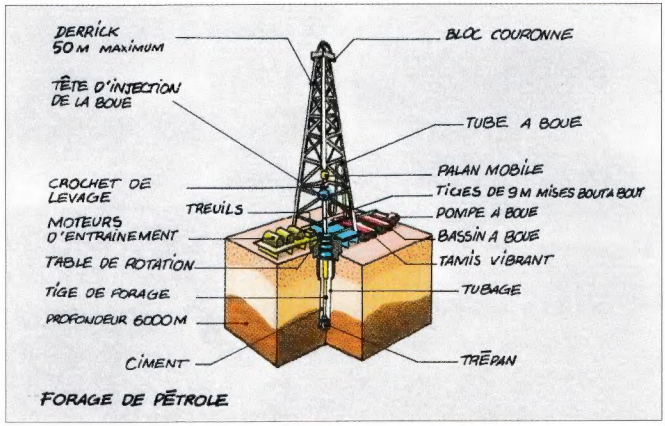


Puits de pétrole

Le premier puits de pétrole fut foré en Pennsylvanie, aux États-Unis, en 1859.
Ce fut le début de la ruée vers l'"or noir".

3 Le premier puits de pétrole fut foré aux États-Unis





Derrick monté au-dessus d'un puits de pétrole. Un puits moyen atteint 2 000 ou 3 000 m de profondeur. Certains dépassent 15 000 m.

En 1859, un Américain, le colonel Drake, réussit à extraire, à l'aide de tuyaux d'acier mis bout à bout, plus de 3 t de pétrole par jour.

Derricks et torchères

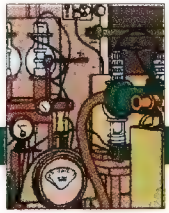
Dans les gisements, la nappe de pétrole est surmontée d'une couche de gaz et flotte au-dessus d'une couche d'eau salée. On extrait le pétrole en forant des puits, d'où il jaillit sous la pression des gaz. Au-dessus du puits, est installé un derrick, une tour qui permet l'utilisation du trépan, une sorte d'énorme roulette en acier qui s'enfonce en broyant la roche. Dans le conduit ainsi creusé, un tuyau est introduit, par où passera le pétrole. Les émanations de gaz sont brûlées par une torchère pour éviter tout accident.

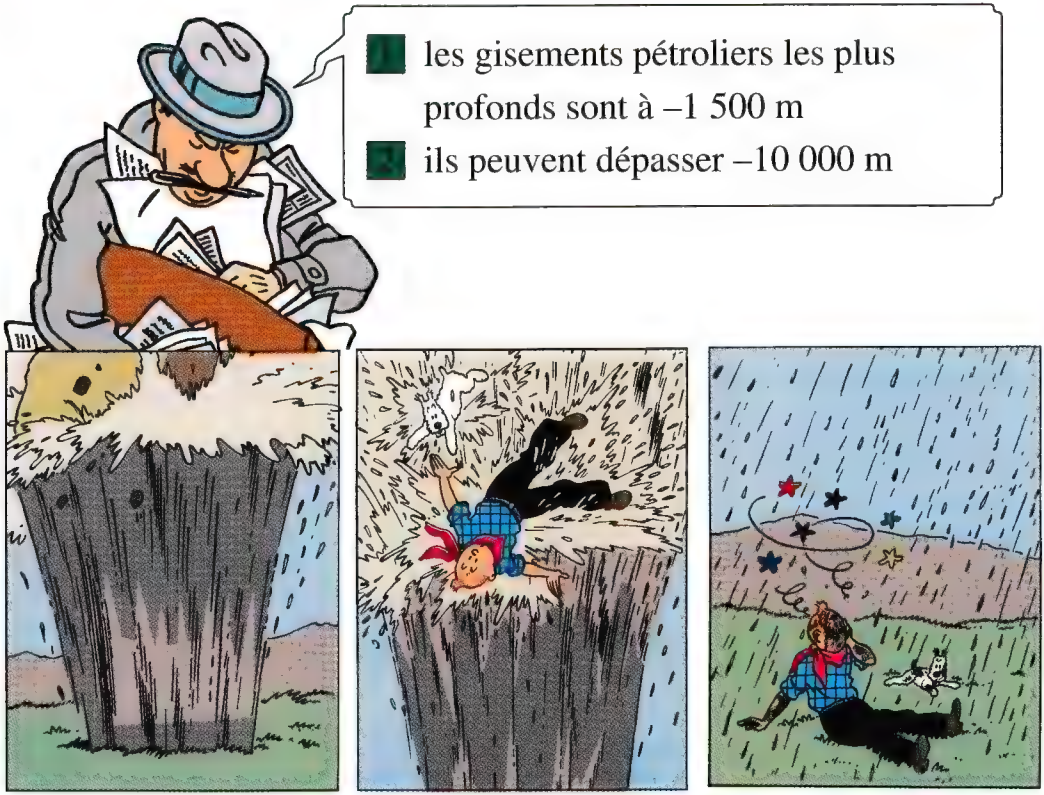
Extrait de l'album ***Au pays de l'or noir***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 09-19

Jusqu'à quelle profondeur exploite-t-on le pétrole ?





Gisements de pétrole

Le forage demeure le principal outil de recherche de la présence d'hydrocarbures. Si les profondeurs de forage peuvent dépasser 10 000 m, celles-ci se situent plus fréquemment entre 1 500 et 3 500 m.

Les profondeurs de certains gisements pétroliers peuvent dépasser –10 000 m

Le développement des techniques de forage dans les fonds marins a permis de découvrir de nouveaux gisements mais leur exploitation, plus coûteuse, ne sera pas éternelle : il faut donc économiser l'énergie pétrolière.

L'épuisement des gisements traditionnels a favorisé l'exploitation de bassins sédimentaires d'accès difficiles tels que ceux localisés dans les zones arctiques et marines.

Sous la mer

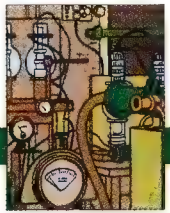
Commencée en 1947 par un forage sous 10 m d'eau dans le golfe du Mexique, l'exploitation pétrolière marine s'est poursuivie d'abord dans les mers calmes et peu profondes (golfe Arabo-Persique, côtes africaines, mer Caspienne), puis dans des zones plus profondes et plus hostiles comme la mer du Nord. De nos jours, il est courant de forer jusqu'à 200 à 300 m sous l'eau.

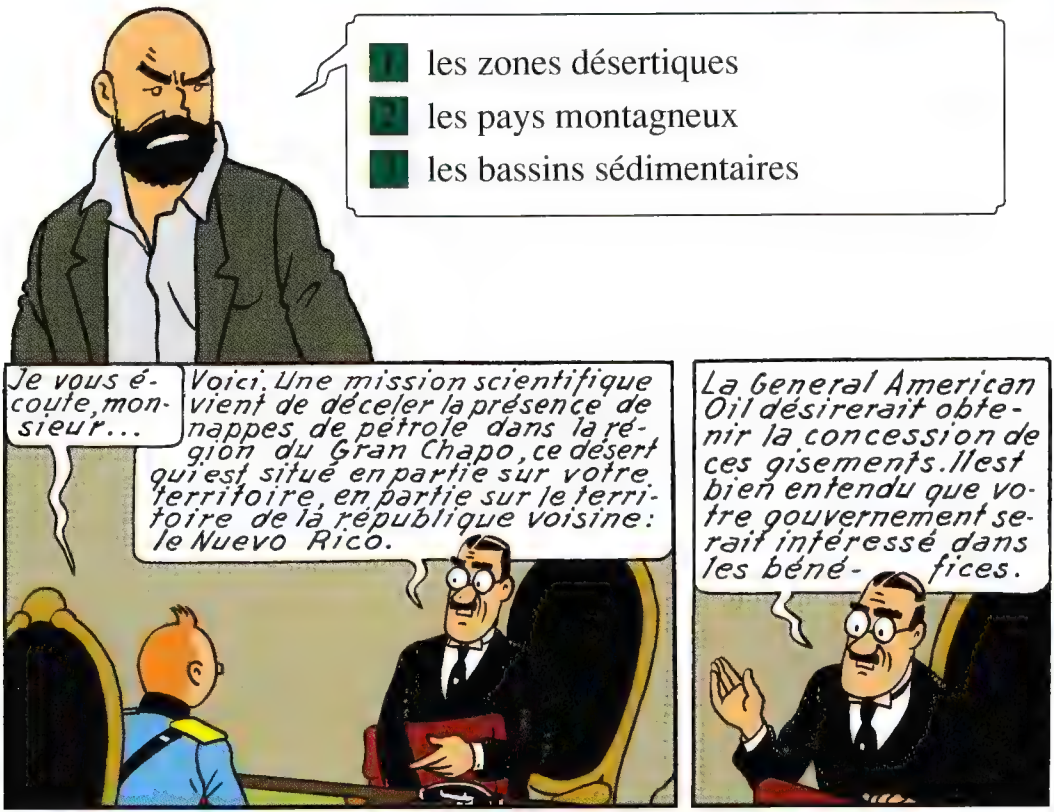
Extrait de l'album ***Tintin en Amérique***

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo L. Wiame /Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 89-12

Quels sont les sites propices pour la recherche pétrolière ?

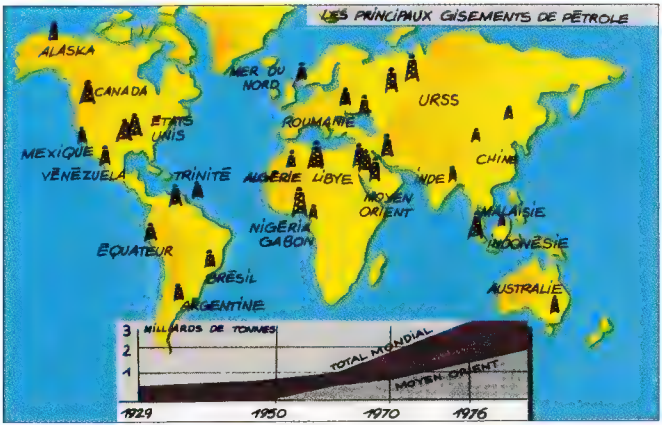




Recherche pétrolière

La recherche pétrolière, ou prospection, est l'ensemble des opérations engagées afin de découvrir un gisement de roches contenant du pétrole.

Les bassins sédimentaires constituent les sites les plus propices pour la recherche pétrolière



Les principaux sites pétrolifères du monde

Les gisements pétrolifères se situent au contact d'anciens bassins sédimentaires comportant des roches-mères et des roches-réservoir. La première opération consiste donc à localiser de tels bassins par une reconnaisance géologique et géophysique, en vue de déceler les poches où le pétrole s'est accumulé. Cette recherche se fait selon différentes techniques (sismiques, gravimétrie, magnétométrie, sédimentologie, etc.). Si les résultats sont concluants, des forages d'exploration sont engagés.

L'exploration se poursuit

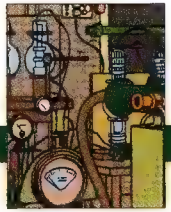
Les gisements traditionnels s'épuisant petit à petit, la recherche s'est orientée vers des bassins sédimentaires d'accès plus difficile, dans la mer, à de grandes profondeurs ou dans les régions arctiques .

Extrait de l'album *L'Oreille cassée*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 38-06

Comment s'appelle la conduite qui assure le transport du pétrole ?

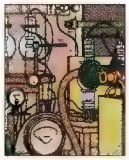


- le pétroléoduc
- le pipe-line
- le pipeau

Pipe-line

Le déplacement du pétrole à l'intérieur du pipe-line s'effectue grâce à de puissantes stations de pompage, situées sur le parcours de la conduite.

Le pipe-line est une conduite qui assure le transport du pétrole



Terminal pétrolier. Les pipe-lines prennent le nom d'oléoducs quand ils transportent du pétrole, de gazoducs quand ils transportent du gaz naturel.

Le pipe-line assure le transport depuis la tête de puits, sur le lieu du gisement, jusqu'aux raffineries ou aux ports d'expédition (terminal pétrolier).

De gigantesques canalisations

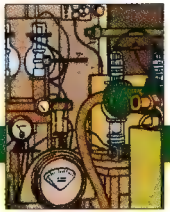
Les pipe-lines franchissent des déserts, des montagnes, parfois des continents entiers. Ils sont constitués de tubes soudés, de plusieurs centaines de mètres de long et d'un diamètre d'environ 1 m. C'est le moyen de transport le plus économique et le plus respectueux de l'environnement lorsqu'on peut enterrer les canalisations ; mais cela n'est pas toujours possible, notamment dans les régions polaires où le sol est gelé une grande partie de l'année.

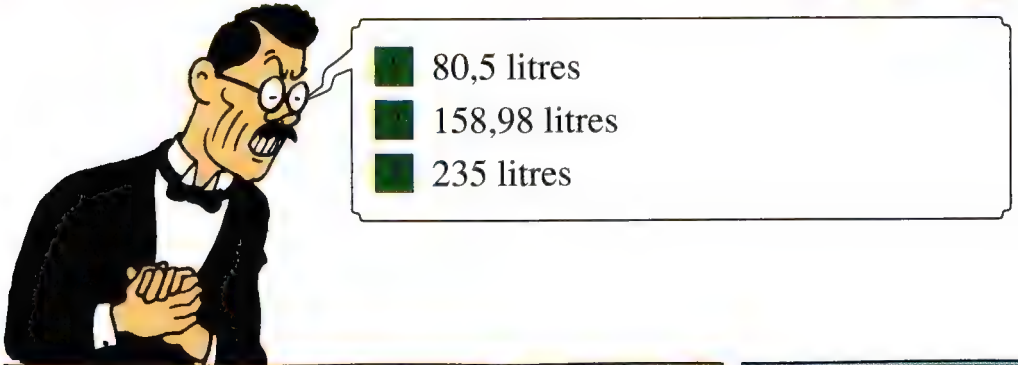
Extrait de l'album *Au pays de l'or noir*

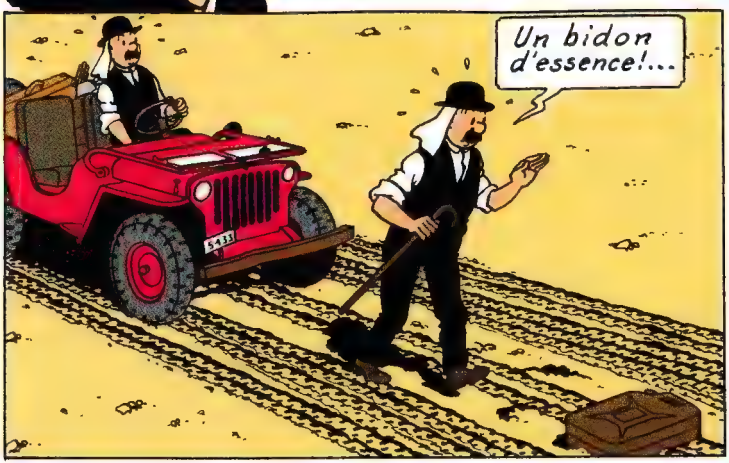
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Borredon / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 10-10

Quelle est la capacité du baril de pétrole ?



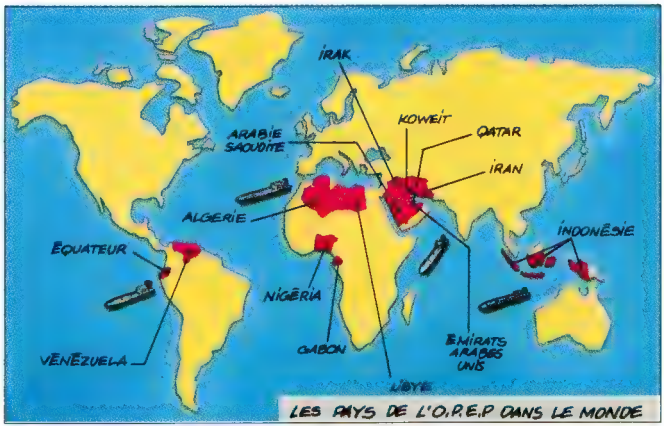




Baril de pétrole

Le baril de pétrole, unité de volume propre à l'industrie du pétrole, vaut 158,98 l.

La capacité du baril de pétrole est de 158,98 litres



Ce fut pendant longtemps les grandes compagnies pétrolières américaines ou européennes qui fixaient le prix du baril. En 1973, les pays producteurs ont décidé de l'augmentation, le prix fut alors multiplié par quatre.

Le terme de baril provient de la mauvaise traduction du terme américain «barrel» qui veut dire tonneau. C'était alors le premier récipient employé par les ouvriers américains pour transporter le pétrole, un produit qui, au début, fut trouvé et exploité essentiellement aux Etats-Unis.

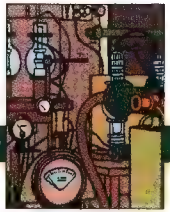
Une unité de compte

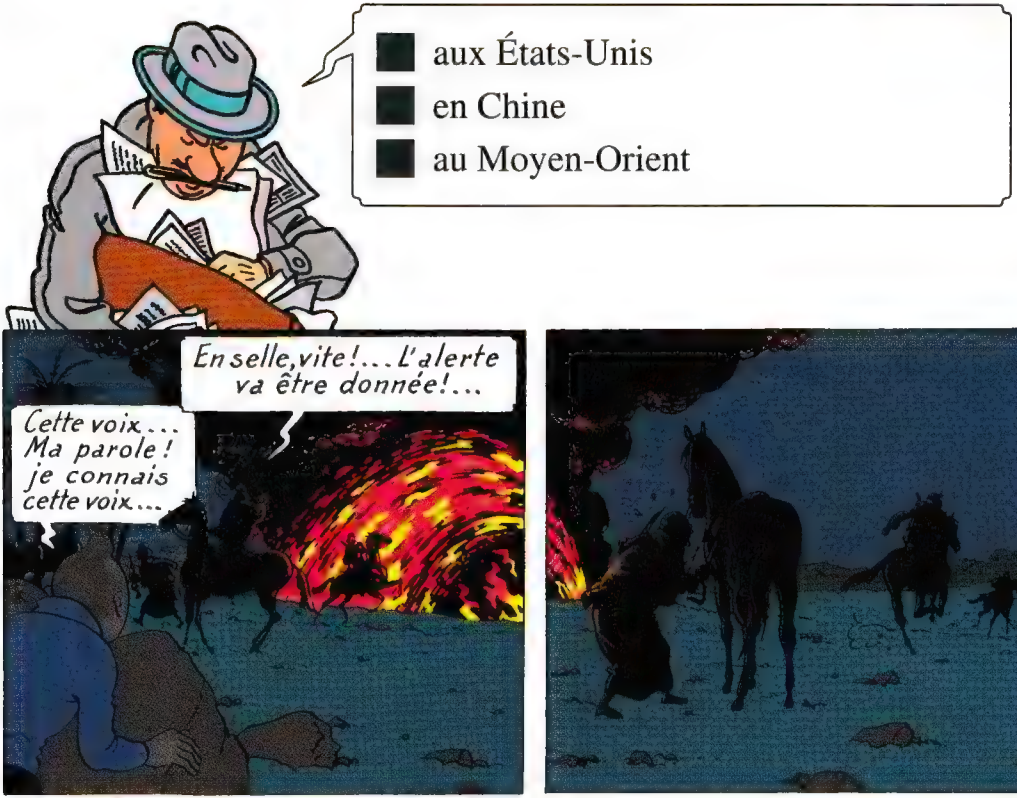
Le baril est aussi l'unité de compte du marché du pétrole. On parle du prix du baril, dont le cours est fixé par l'offre et la demande, mais aussi du fait de considérations politiques, notamment selon l'audience internationale et la discipline des membres de l'O.P.E.P. (Organisation des pays exportateurs de pétrole). En 1992, il valait environ 20 dollars, soit 0,74 franc le litre de brut.

Pour arriver au prix de 5,40 francs le litre de super, il faut ajouter le prix du transport, du raffinage, de la distribution, des taxes et des impôts.

Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 38-07

Où se trouvent les réserves de pétrole les plus riches ?





Réserves mondiales de pétrole

L'Arabie Saoudite, au Moyen-Orient, détient les premières réserves mondiales de pétrole. Ses gisements et ceux des Émirats arabes concentrent les deux tiers des réserves de pétrole.

Les réserves mondiales de pétrole les plus riches se trouvent au Moyen-Orient

Les gisements de pétrole sont inégalement répartis sur la terre. Beaucoup de pays qui n'en possèdent pas ou qui veulent économiser leurs réserves prévoient d'autres sources d'énergie, comme l'énergie nucléaire.

Les État-Unis, la Sibérie, le Mexique, le Venezuela et le Pakistan ont également d'importantes réserves.

Des réserves pour 100 ans

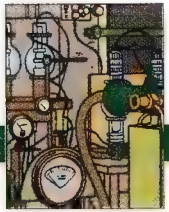
On estime actuellement à près de 100 milliards de tonnes les réserves les plus accessibles techniquement, tant en exploitation terrestre qu'en exploitation *off-shore* (extraction de gisements sous-marins). La consommation annuelle est, aujourd'hui, de l'ordre de 1 milliard de tonnes, ce qui laisse encore du temps avant l'épuisement de ces réserves. De plus, elles ne comprennent pas les gisements de schistes bitumeux ou roches imprégnées de pétrole dont l'exploitation n'est pas rentable actuellement.

Extrait de l'album ***Tintin au pays de l'or noir***

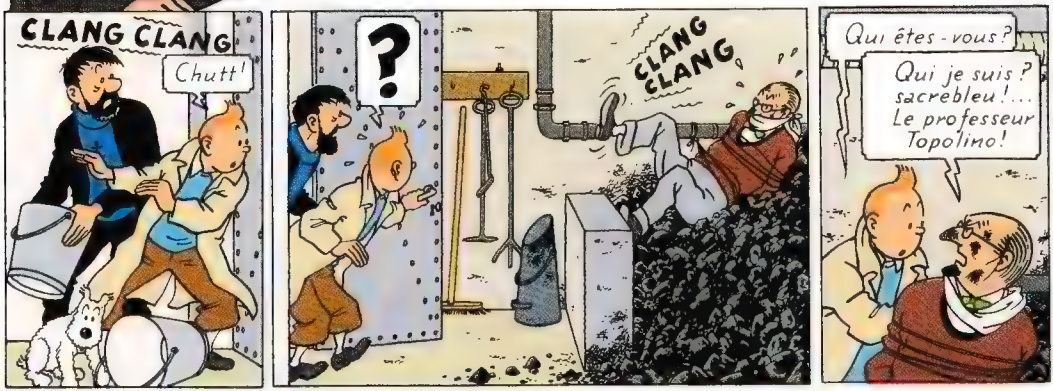
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J. Burlot / Gamma
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 62-07

Comment s'est formé le charbon ?



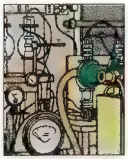
- par compression de débris
- par fossilisation de coquilles des mollusques du fond des mers
- par amoncellement puis compression d'arbres

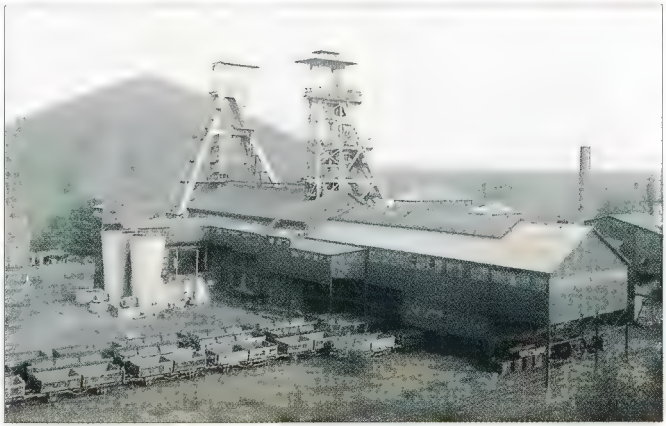


Charbon

Le charbon provient de l'amoncellement des arbres des forêts qui, en mourant, ont recouvert peu à peu le sol en épaisses couches, il y a des millions d'années.

3 Le charbon s'est formé par amoncellement puis compression d'arbres





Le charbon est tiré de mines ou de carrières. Son exploitation a favorisé l'essor industriel du XIXe siècle, mais il est détrôné depuis par le pétrole et par l'électricité.

Une pourriture très riche

Plus tard, dans certaines régions, le sol a été envahi par l'eau : feuilles, tiges et racines ont pourri, puis tous ces débris ont été lentement comprimés, formant une substance noire et dure, le charbon.

Le charbon est une source d'énergie

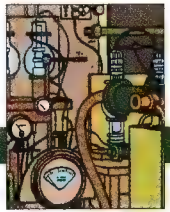
Il brûle en donnant beaucoup de chaleur. Plus les charbons sont vieux, et mieux ils brûlent. Les plus anciens, la houille ou l'anthracite, sont durs et brillants. Les lignites sont plus récentes et moins dures : il en faut 3 kg pour produire autant de chaleur que 1 kg de houille. Les tourbes ressemblent à de la terre noire : elles se sont formées il y a moins d'un million d'années.

Extrait de l'album ***L'Affaire Tournesol***

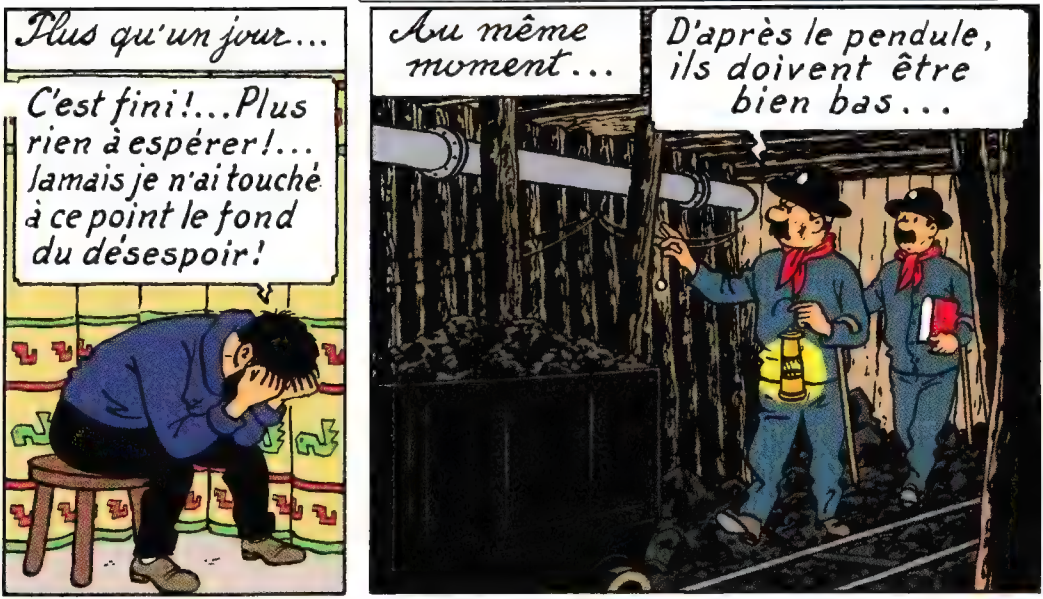
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Dupont / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 03-19

Comment s'appelle la machine qui extrait le charbon dans une mine ?



1. la foreuse
2. la haveuse
3. la charbonnière

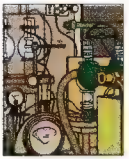


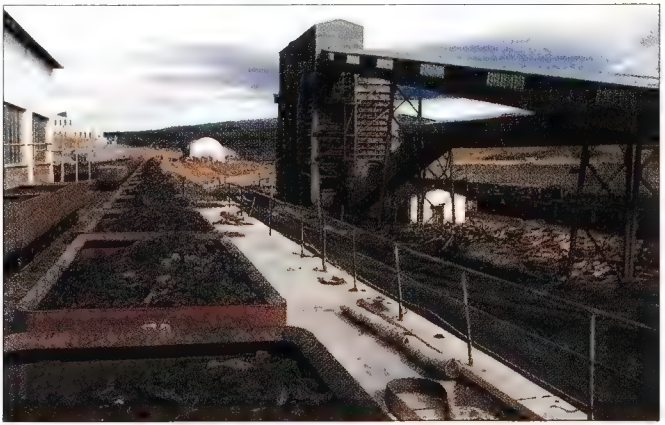
Charbon

L'extraction du charbon "à ciel ouvert" est la méthode la plus économique mais, bien souvent, il faut forer un puits de mine et des galeries à des centaines de mètres de profondeur.

A l'origine, le charbon était extrait à coups de pioche et de pelle puis monté par paniers à la surface. Aujourd'hui, l'exploitation est entièrement mécanisée. Les mineurs utilisent des haveuses : une sorte de tambour rotatif muni de pics extrait le charbon. Celui-ci est ensuite évacué par convoyeur ou train souterrain.

La machine qui extrait le charbon dans la mine s'appelle une haveuse





Le charbon extrait est monté le long du puits et amené à un chantier de lavage : on le traite pour réduire sa teneur en cendres puis on le trie en fonction de la grosseur des morceaux.

Un seul ingénieur au poste de commande

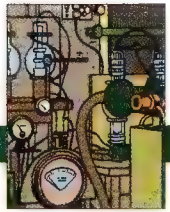
L'équipement, de plus en plus télécommandé, permet d'éloigner les hommes des zones dangereuses d'extraction : en effet, un gaz inflammable, le méthane (ou grisou) peut se dégager du charbon pendant le travail et provoquer des explosions dans les galeries de la mine.

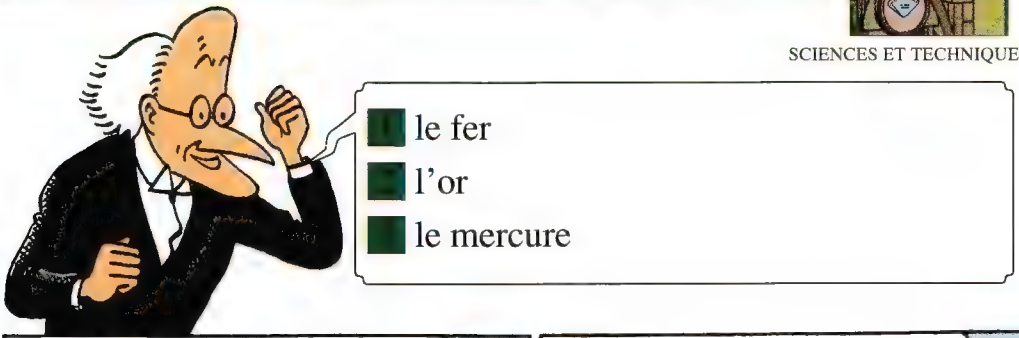
Extrait de l'album ***Le Temple du Soleil***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo F. Gohier / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 12-20

Quel métal est liquide à la température ordinaire ?

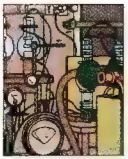




Métal

A la température ordinaire, les métaux sont solides, sauf le mercure, un métal brillant utilisé dans les thermomètres.

Le mercure est le seul métal qui soit liquide à la température ordinaire



Une fonderie artisanale : les fondeurs coulent le métal en fusion dans des moules.

Les métaux se rencontrent parfois à l'état naturel dans le sol ; tel est souvent le cas pour l'or, l'argent, le cuivre. Mais la plupart sont combinés dans des minerais. La séparation des métaux de leur gangue s'appelle la minérallurgie.

Sous la chaleur, les métaux fondent

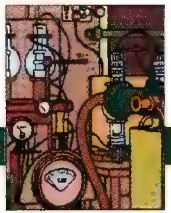
Le point de fusion varie selon le métal : l'étain fond à 231° C, l'aluminium à 660° C, le fer, à 1 535° C... Puis le métal en fusion se solidifie à une température qui lui est propre. Grâce à la structure de ses atomes, chaque métal a des propriétés particulières. Le gallium fond dans la main comme du beurre, le sodium se coupe au couteau et prend feu au contact de l'eau. Le mercure est plus lourd que le plomb.

Extrait de l'album ***L'Étoile mystérieuse***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Plisson / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 10-09

Qu'est-ce que des métaux natifs ?

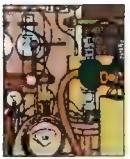


- des métaux que l'on trouve dans le sol à l'état non combiné, comme l'or
- des métaux très peu concentrés dans le sol, comme le plomb, le zinc

Métaux natifs

Avant même que la métallurgie apparaisse, l'homme a travaillé les métaux natifs qu'il rencontrait (or, argent, cuivre, fer météorique), en utilisant la technique du martelage.

Les métaux natifs sont des métaux que l'on trouve dans le sol à l'état non combiné, comme l'or



Récolte de l'or par des Indiens, dans une rivière des monts Appalaches. Aujourd'hui, dans les mines aurifères, on n'extrait plus qu'un minerai dont la teneur en or ne dépasse pas 8 grammes par tonne et qu'il faut ensuite traiter.

Cependant, le cuivre, le fer et d'autres métaux, comme le zinc ou l'étain, étant essentiellement concentrés dans des minerais, ne seront vraiment utilisés que lorsque l'homme aura appris à faire fondre ce minerai pour en extraire le métal. Avant l'exploitation de ces métaux, les premiers artisans et forgerons travaillèrent donc les métaux qu'ils trouvaient dans la nature, à l'état natif (non «caché» dans des minerais) : le cuivre, l'argent et en particulier l'or, abondant dans certaines rivières.

De plus en plus rare

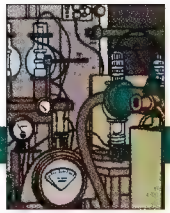
Aujourd'hui, l'or tend à se raréfier, du moins sous la forme de gisements où il se montre presque à l'état pur. Les filons dont l'éclat guidait les mineurs dans l'obscurité du sous-sol ont été, pour la plupart, épuisés.

Extrait de l'album *Vol 714 pour Sydney*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D.R.
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 75-17

Qu'est-ce qu'un minerai ?

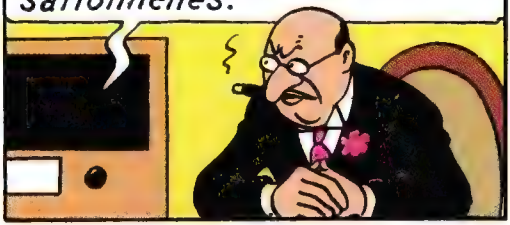


1 une roche dont on extrait le métal
2 une roche contenant des minéraux rares appelés aussi pierres précieuses

Quelques semaines plus tard.

Le navire polaire AURORE, *qui était parti à la recherche de l'aérolithe tombé dans l'Océan Arctique, sera bientôt de retour en Europe. L'expédition avait réussi à découvrir l'aérolithe lorsque celui-ci, probablement à la suite d'un cataclysme sous-marin, a disparu sous les flots.*
Heureusement, grâce au sang-froid et au courage du jeune reporter Tintin qui se trouvait seul sur l'île au moment où celle-ci s'enfonçait dans la mer, il a été possible de sauver un bloc de minerai du métal dont la...

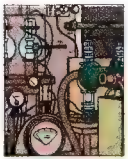
... présence sur l'aérolithe avait été signalée par M. Calys. L'étude de ce métal, dont les membres de l'expédition ont pu déjà constater les surprenantes propriétés, sera, on s'en doute, d'un prodigieux intérêt pour la science. On peut donc s'attendre, de ce côté, à des découvertes sensationnelles.



Minerai

Un minerai est une roche constituée de minéraux utiles, en proportion plus ou moins élevée. Après leur extraction dans une mine ou une carrière, les minerais sont broyés et concentrés, puis fondus ou raffinés pour donner enfin du métal.

Les minerais sont des roches dont on extait le métal



Le fer est principalement extrait du minerai appelé l'hématite. Fondu à de hautes températures, il donne l'acier ou la fonte. Les blocs de métal obtenus sont refondus lors de la fabrication d'objets.

Dans les minerais, le composé métallique est souvent mêlé à des minéraux sans valeur qui forment une gangue dont il faut le séparer. Après l'extraction de la mine, il faut donc nettoyer, isoler et concentrer le métal. On utilise pour cela plusieurs méthodes : concassage, broyage, lavage, triage magnétique…

La métallurgie

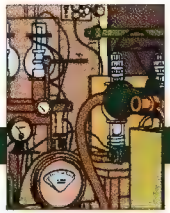
Les métaux sont ensuite purifiés et traités en vue de la fabrication d'objets industriels. Le procédé le plus ancien est l'utilisation de la chaleur à très hautes températures (entre 100 et plus de 3 000 °C). On se sert pour cela de hauts fourneaux. Le métal en fusion s'écoule en un liquide lumineux qui se solidifie en refroidissant.

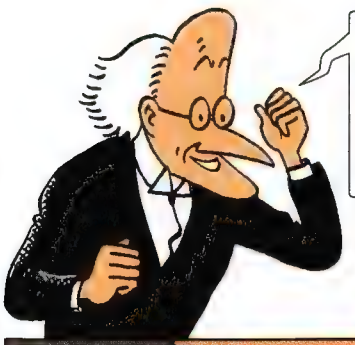
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

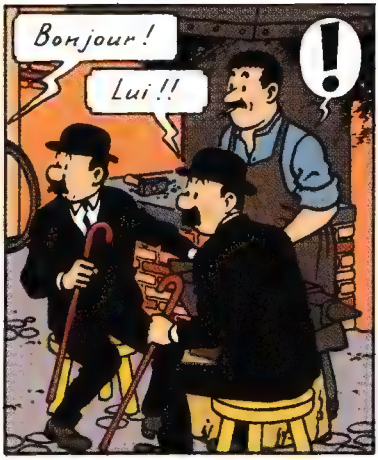
Imprimé en CEE
D2 491 60-08

Depuis quand les hommes savent-ils travailler le fer ?





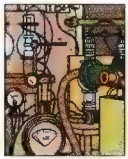
- depuis environ 10 000 ans
- depuis environ 3 000 ans
- depuis environ 100 ans



Fer

Il y a 3 000 ans, au Moyen-Orient, les Hittites apprirent à travailler le fer.

Les hommes ont appris à travailler le fer il y a environ 3 000 ans



Il faut marteler le fer chauffé au rouge pour le modeler. Le forgeron tient la pièce de métal à forger avec des tenailles.

Mille ans auparavant, les hommes avaient déjà eu l'idée de faire fondre sous la chaleur le cuivre et l'étain et de les mélanger pour en faire du bronze, un alliage plus résistant que chacun des deux métaux qui le composent.

L'âge du fer

Le fer fond à une très forte chaleur (1 500° C environ). Pour l'extraire (séparer le métal de son minerai), il fallut attendre l'invention des bas fourneaux, ainsi nommés car à l'origine, les fours creusés dans le sol. La température pouvait cependant y monter assez haut.

Le forgeron

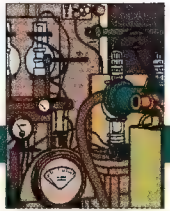
Une fois extrait, le fer contient encore beaucoup d'impuretés. Pour les enlever, le forgeron bat le métal longuement, puis il le chauffe dans sa forge. Quand il est rouge, il le façonne sur l'enclume avec son marteau.

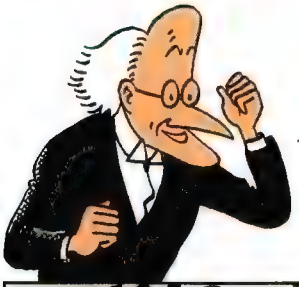
Extrait de l'album *L'Ile Noire*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Erath / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 09-12

Comment s'appelle le métal contenu dans le thermomètre ?



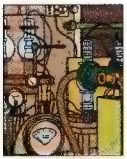


1. le cobalt
2. le mercure
3. l'étain

Mercure

Blanc et très brillant, le mercure est le seul métal qui soit liquide à la température ordinaire, et il a la curieuse propriété de ne pas «mouiller» les récipients qui le contiennent.

Le métal contenu dans le thermomètre est du mercure



Le thermomètre se compose d'un réservoir contenant de l'alcool ou du mercure, qui se prolonge par un tube fin et gradué, dans lequel on a fait le vide. Quand la chaleur augmente, le liquide se dilate et monte dans le tube.

Solidifié, il ressemble à l'argent. C'est un élément assez volatil et ses vapeurs sont très toxiques. On le trouve dans la nature, dans un minerai appelé le cinabre.

Ses utilisations

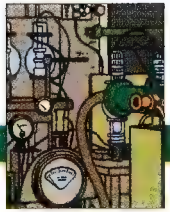
Le mercure a la propriété de dissoudre l'or, l'argent, le plomb, aussi l'utilise-t-on pour l'extraction de ces métaux. Il est aussi employé dans certaines piles, explosifs, en peinture et dans la construction d'appareils (thermomètres, baromètres, pompes à vide ou lampes). Les lampes fluorescentes contiennent des vapeurs de mercure qui produisent une luminescence riche en ultraviolets. Frappés par ces ultraviolets, la matière fluorescente répandue sur la paroi intérieure de la lampe s'illumine.

Extrait de l'album *L'Ile Noire*

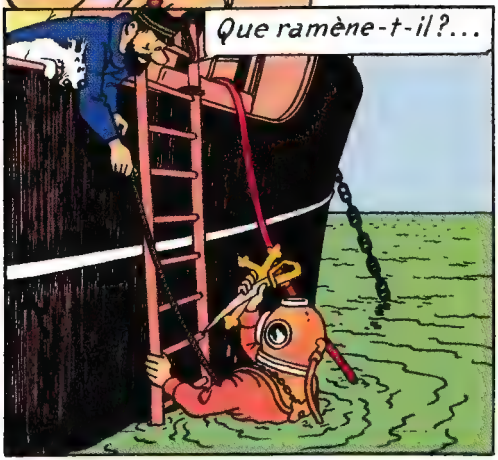
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 69-14

Quel est le plus précieux des métaux ?



1. l'argent
2. le mercure
3. l'or



Or

Sa couleur éclatante, son travail facile mais aussi sa rareté ont fait de l'or le métal le plus précieux.

L'or est le plus précieux des métaux

Pièces et lingots d'or. Jusqu'en 1914, la valeur de la monnaie était basée sur l'or : les billets étaient alors convertibles en or.

L'or est un métal à l'état natif : il n'est pas mélangé à d'autres minéraux. On le trouve dans les roches, sous forme de filons, ou en résidus dans les alluvions des fleuves. Ce métal jaune, inaltérable à l'air et à l'eau, est aussi très malléable : on peut l'étirer et en faire des fils, ou le façonner en feuilles très fines. Pour le rendre plus résistant, on le mélange à d'autres métaux : argent, cuivre, nickel... On chiffre le pourcentage d'or d'un alliage en carats. Les bijoux doivent avoir au moins 18 carats.

Utilisations

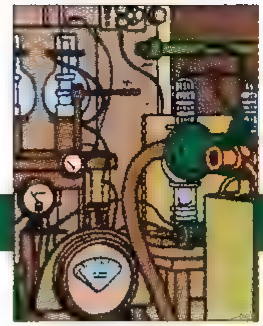
La plus grande partie de l'or se trouve dans les banques sous forme de lingots, de barres ou de pièces. Le reste est utilisé en bijouterie, dentisterie ou dans l'industrie (circuits électroniques dans les vaisseaux spatiaux, par exemple).

Extrait de l'album ***Le Trésor de Rackham le Rouge***

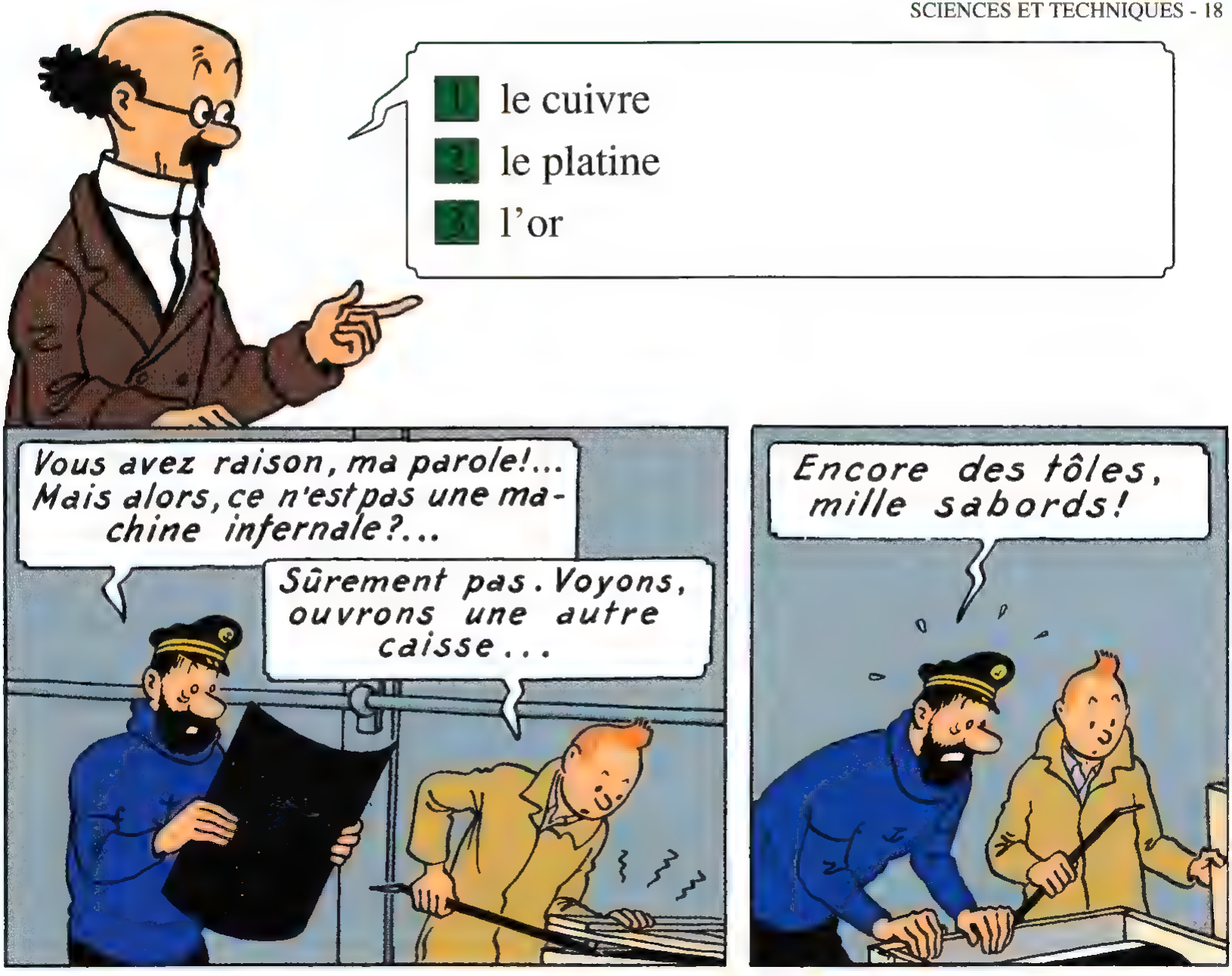
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Pitcal / Sipa Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 21-01

Quel est le plus malléable de tous les métaux ?



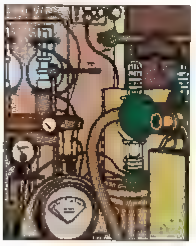
1. le cuivre
2. le platine
3. l'or

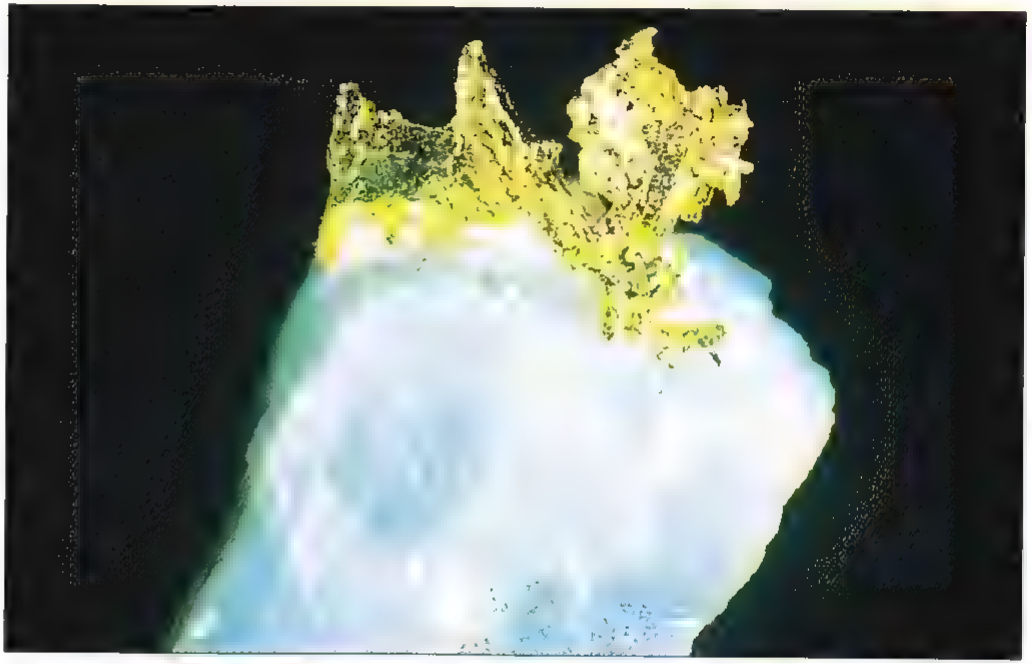


Or

Sa couleur éclatante, son travail facile et son inaltérabilité à l'air et à l'eau, mais aussi sa rareté, ont toujours fait de l'or le plus précieux des métaux.

L'or est le plus malléable de tous les métaux





Pépite d'or. Il y a deux types de mines d'or : celles qui exploitent des roches aurifères, généralement des filons, et celles qui exploitent les sables aurifères des alluvions, dans les rivières.

Très malléable, l'or peut être réduit en feuilles de 1/10 000 mm d'épaisseur. Il est mou, d'où la nécessité de l'allier à d'autres éléments métalliques comme le cuivre, le nickel, le zinc, etc. Enfin, l'or est résistant à la corrosion, c'est pourquoi le dôme des églises russes en était recouvert.

Ses utilisations

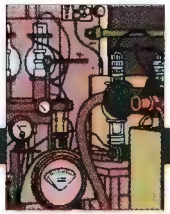
La plus grande partie de l'or mondial est conservé par les banques et par les particuliers sous forme de lingots, de barres ou de pièces de monnaie. Le reste est utilisé en bijouterie, dentisterie et dans l'industrie pour son inoxydabilité ou sa conductibilité thermique et électrique (contacts électriques d'interrupteurs, dans les circuits électroniques, dans les vaisseaux spatiaux). La moitié de la production mondiale est fournie par l'Afrique du Sud.

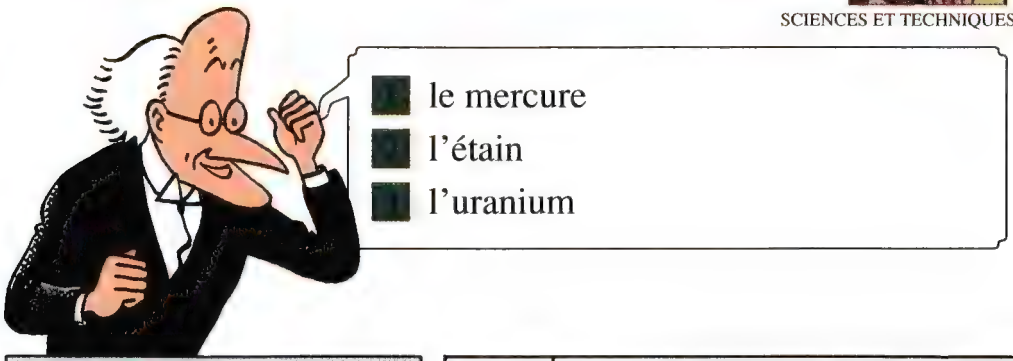
Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 41-07

Quel métal est utilisé pour produire de l'énergie nucléaire ?

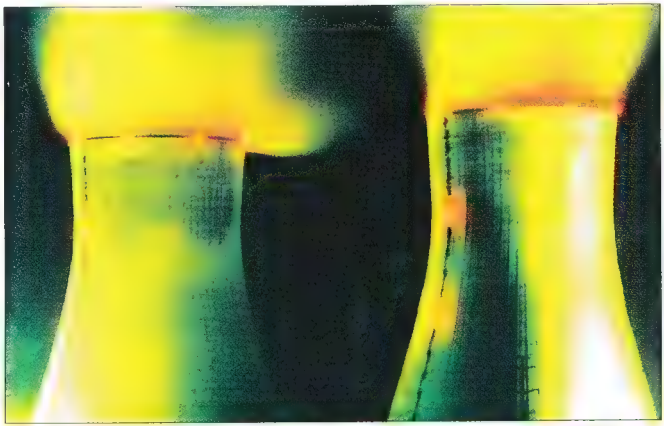




Uranium

L'uranium est un métal blanc argenté présent dans un minerai, le pechblende, où il se trouve à l'état d'oxyde (l'urane).

L'uranium est un métal utilisé pour produire de l'énergie nucléaire



L'énergie produite par l'uranium est contrôlée dans des réacteurs nucléaires, qui alimentent des usines thermiques génératrices d'électricité. Réacteurs et tours de refroidissement sont, sous carapace de béton, opaque aux radiations.

L'uranium naturel est un mélange de trois isotopes, c'est-à-dire d'éléments chimiques identiques mais différant légèrement entre eux par la masse de leurs atomes et par leur degré de radioactivité. Bombardés par des neutrons, l'isotope d'uranium 235 subit la fission et celui d'uranium 238 se transforme en plutonium.

Source d'énergie

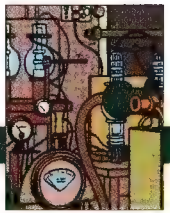
L'uranium est une matière essentielle pour la production d'énergie nucléaire (réacteurs et piles nucléaires, bombes atomiques). Pour alimenter certaines centrales, on «enrichit» le métal en accroissant le pourcentage des isotopes les plus radioactifs par la séparation isotopique. L'uranium est abondant aux États-Unis, au Canada, en Afrique du Sud, mais la France en extrait aussi. Inégalement réparti sur la planète, bien des pays doivent en importer.

Extrait de l'album ***Objectif Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 42-03

Quelle est l'une des propriétés principales du plomb ?



- il est le plus pesant des métaux usuels
- à froid, il est très dur et ne s'entaille pas facilement
- il ne s'oxyde pas

Plomb

Le plomb est un métal gris bleuâtre, très dense. Mou, il est malléable à froid et s'entaille facilement avec un couteau. Il fond vers 327° C.

Le plomb est le plus pesant des métaux usuels

Le plomb sert de lest dans la quille des bateaux ou pour les filets de pêche. En pharmacie, il entre dans la composition de crèmes cicatrisantes mais son absorption est dangereuse.

Un agent de protection

Le plomb était bien connu dans l'Antiquité ; les Romains l'utilisaient déjà pour faire des canalisations car l'eau l'attaque difficilement. Résistant à la corrosion, il servit longtemps à protéger les câbles téléphoniques et électriques, à couvrir les toits des maisons ou à fabriquer des cuves pour contenir des produits chimiques. Son oxyde le plus connu, le minium, rouge orangé, sert de peinture antirouille.

Le plomb, aujourd'hui

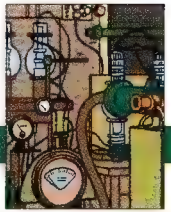
La fabrication des accumulateurs et des fusibles électriques constitue sa principale utilisation. On en fait aussi des balles pour les armes à feu. Enfin, grâce à sa propriété d'absorber les rayons X et Y, il permet de fabriquer du matériel de protection.

Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*

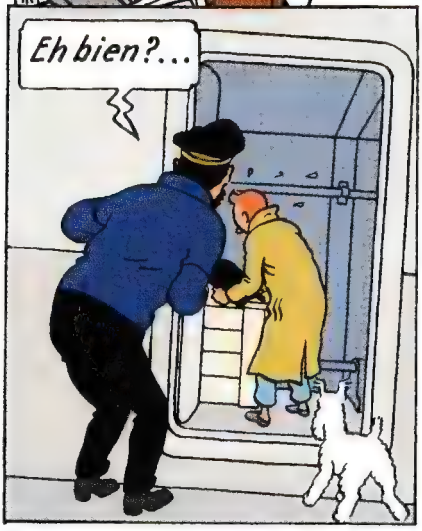
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo P. Argo / Sipa Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

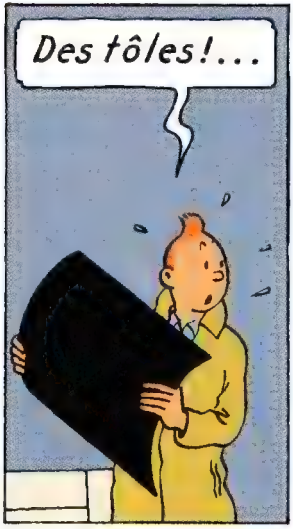
Imprimé en CEE
D2 491 21-07

Qu'est-ce qu'un alliage ?



1. un produit métallurgique issu du mélange d'un métal avec d'autres matériaux, métaux ou non
2. un métal très pur

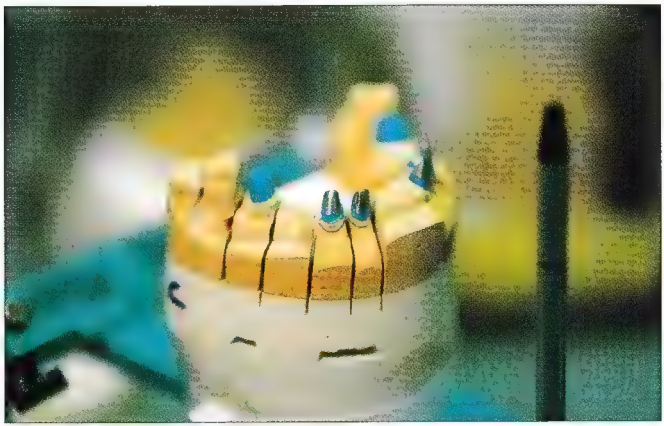




Alliage

L'une des branches de la métallurgie s'occupe d'améliorer les propriétés physiques, mécaniques ou chimiques d'un métal, ou de lui en faire acquérir de nouvelles. Pour cela, on a recours aux alliages.

Un alliage est un produit métallurgique issu du mélange d'un métal avec d'autres matériaux, métaux ou non



Les prothèses dentaires en alliage (fer, nickel, chrome) tendent à remplacer les alliages en or ou en argent, trop onéreux. Ici le moulage permettant la fabrication d'une prothèse.

On réalise des alliages par fusion de métaux purs que l'on combine entre eux ou auxquels on incorpore de petites quantités d'éléments étrangers (chrome, silicium, etc.). Lorsqu'il s'agit de métaux qui fondent difficilement, l'alliage s'opère à l'état solide après réduction en poudre. Le produit est ensuite coulé ou injecté dans des moules.

Propriétés des alliages

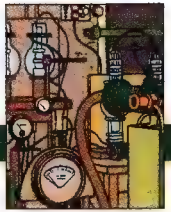
L'intérêt des alliages est qu'ils peuvent présenter des propriétés différentes de celles des métaux purs : conductivité thermique, conductibilité électrique, résistance à la traction, à la corrosion, dureté, etc. Des essais en laboratoire permettent de doser avec précision les constituants afin de leur donner des qualités adaptées à l'utilisation souhaitée.

Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo BSIP Alexandre
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-10

Quel métal recouvre les combinaisons des volcanologues ?



- le cuivre
- le nickel
- l'aluminium

Aluminium

Les volcanologues travaillant au bord des coulées de lave portent des combinaisons recouvertes d'aluminium poli : ce métal réfléchit bien le rayonnement de la chaleur.

Les combinaisons des volcanologues sont recouvertes d'aluminium

L'aluminium pèse trois fois moins que le fer. Il est le métal le plus utilisé, après le fer, dans l'industrie (avions, automobiles, outillage électrique, ustensiles de cuisine...).

L'aluminium est un métal blanc extrait d'un minerai, la bauxite, par un procédé appelé électrolyse qui nécessite énormément d'électricité.

Les alliages

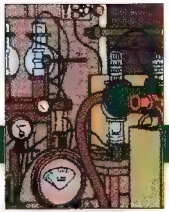
Trop mou à l'état pur pour la plupart des usages, l'aluminium est utilisé industriellement sous forme de nombreux alliages : on ajoute à l'aluminium soit du cuivre, soit du zinc, ou du manganèse, du silicium... selon les qualités que l'on veut obtenir. Celles-ci sont nombreuses : l'aluminium est léger, il conduit bien l'électricité, il résiste à la corrosion de l'air et de l'eau de mer, il a un grand pouvoir réfléchissant.

Extrait de l'album ***Vol 714 pour Sydney***

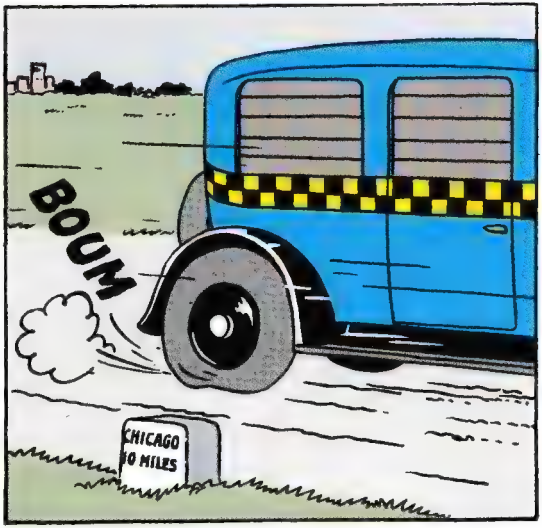
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Krafft / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 07-15

Combien de tonnes d'acier y a-t-il dans une automobile ?



- environ 1/2 tonne
- environ 1 tonne
- environ 2 tonnes



Acier

Les possibilités de l'acier ne furent pleinement exploitées qu'à partir de 1855. Devenu bon marché, ce nouveau métal bouleversa l'industrie. Aujourd'hui, la richesse d'un pays peut se mesurer à sa consommation en acier : chaque automobiliste est propriétaire de 500 kg d'acier!

Il y a environ 1/2 tonne d'acier dans chaque automobile

L'augmentation du coût des matières premières, les lourds investissements pour moderniser les aciéries, l'apparition sur le marché de nouveaux concurrents ont provoqué en France une crise de la sidérurgie.

A la fin du XIX[e] siècle, les techniciens eurent soudain à leur disposition un métal plus robuste, plus léger et plus souple que la fonte pour réaliser leurs projets.

Un métal révolutionnaire

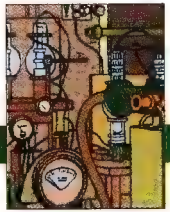
Les trains roulèrent plus vite sur d'inusables rails d'acier, les coques métalliques légères donnèrent aux navires une meilleure flottabilité et un plus grand volume de chargement, les édifices montèrent plus haut sur leurs minces charpentes d'acier et l'arsenal militaire s'enrichit de pièces d'artillerie et de blindages en acier. Avec l'essor de la sidérurgie, on vit naître de grands centres industriels.

Extrait de l'album *Tintin en Amérique*

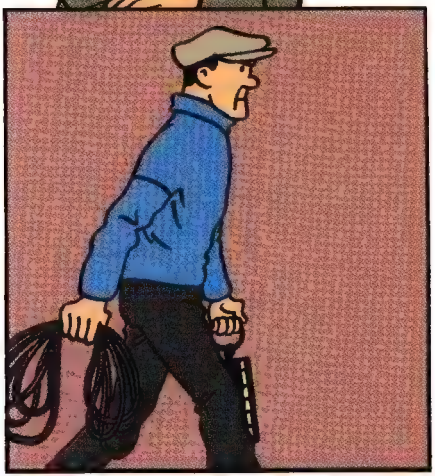
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo F. Jalain / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

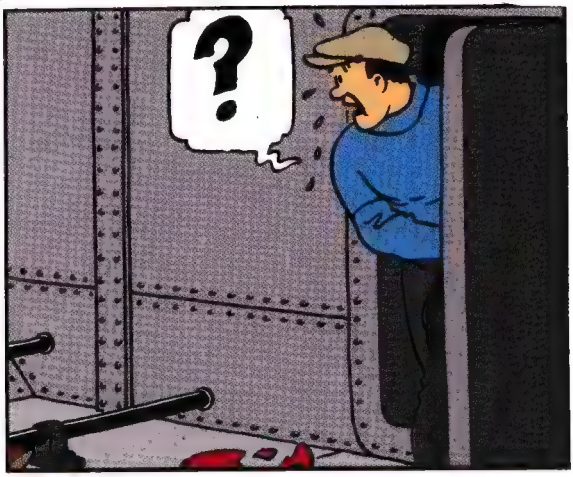
Imprimé en CEE
D2 491 72-11

Qu'est-ce que la sidérurgie ?



- le soudage de différents éléments métalliques
- le travail du fer, de la fonte et de l'acier
- l'extraction du fer





Sidérurgie

La fonte est un alliage de fer et de carbone. Refondue et débarrassée de ses impuretés, elle donne l'acier, un alliage plus dur que le fer et moins cassant que la fonte.

La sidérurgie est le travail du fer, de la fonte et de l'acier

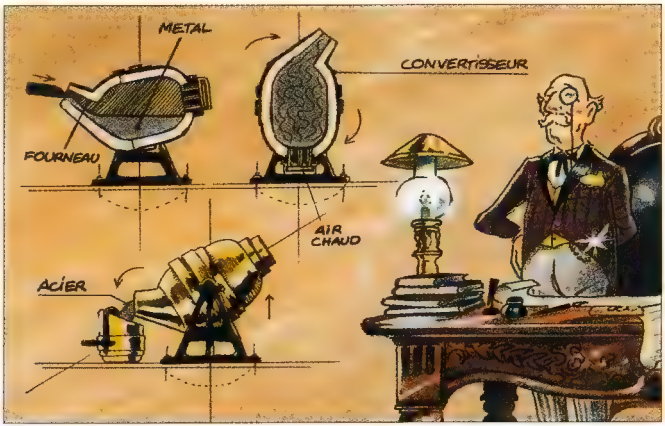


Illustration du procédé de Bessemer. Aujourd'hui, on souffle de l'oxygène pur, plutôt que de l'air, dans la fonte, ce qui améliore la qualité de l'acier.

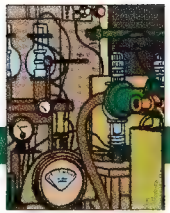
Grâce au procédé de Bessemer, inventé en 1855, la fonte liquide était transformée en acier dans un fourneau en forme de gourde appelé «convertisseur». On introduisait le métal en fusion dans le fourneau, que l'on amenait ensuite en position verticale : un violent courant d'air était déclenché à l'intérieur par des orifices aménagés à la base, brûlant carbone et scories. En 20 mn, la fonte se transformait en acier prêt à être coulé dans les moules.

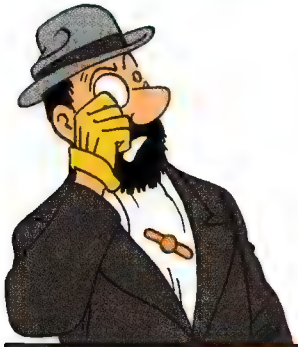
Autres procédés

Plus tard, on inventa le four à sole qui produisait un acier à haute résistance, mieux dosé : carbone et impuretés de la fonte étaient brûlés dans un mélange d'air et de gaz qui circulait entre des chambres de réchauffement à briques.

Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 72-10

Qu'est-ce que l'enclume du forgeron ?





1. la pièce de métal sur laquelle il martèle le fer
2. la pince avec laquelle il saisit le métal chauffé au rouge

Forgeron

Le forgeron travaille le métal chauffé au rouge, jusqu'à son point de fusion, mais non liquide. Il le met ensuite en forme à coups de marteau.

Le forgeage est la première des techniques métallurgiques.

Un métier qui disparaît

Jadis, les forgerons étaient des artisans qui fabriquaient une foule d'objets : couteaux, socs de charrues, fers à cheval, charnières, serrures, éperons, etc. Aujourd'hui, la grande industrie métallurgique a remplacé le travail à la main, seule la ferronnerie d'art a conservé ses forgerons d'autrefois, si habiles à juger à vue d'œil la qualité d'un métal, à évaluer sa température et à lui donner une forme déterminée avant son refroidissement. Ils actionnaient le soufflet du foyer, y faisaient rougir une pièce de métal tenue entre des pinces, la martelaient sur l'enclume, la coupaient avec des tenailles. Dans l'auge à eau, ils refroidissaient le métal, une fois l'objet façonné.

1 L'enclume est la pièce de métal sur laquelle le forgeron martèle le fer

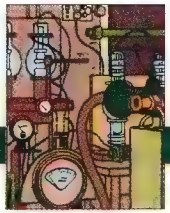
Parce qu'il maîtrisait le feu (dans le foyer), l'air (dans le soufflet) et l'eau (pour le refroidissement), le forgeron était, jadis, un personnage respecté et même craint. On le considérait un peu comme un magicien.

Extrait de l'album *L'Ile Noire*

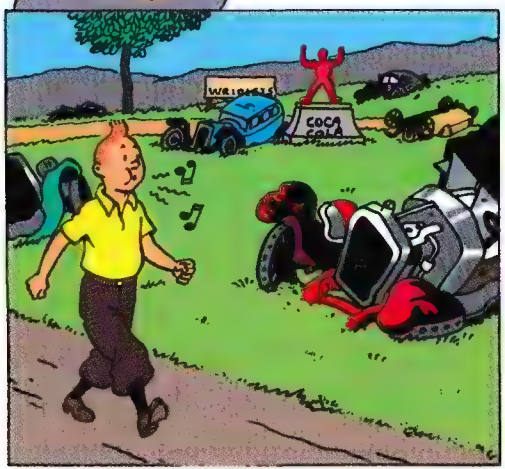
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-09

Pourquoi les vieilles voitures rouillent-elles ?



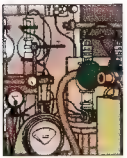
- l'humidité de l'air altère le métal
- des champignons attaquent le métal
- des tensions mécaniques usent les pièces



Rouille

Le fer, qui entre dans la composition d'alliages, comme l'acier, est très sensible à l'humidité de l'air qui l'attaque et le transforme lentement en rouille (un oxyde de fer).

L'humidité de l'air altère le métal



Les phénomènes de corrosion des métaux font l'objet d'études importantes, notamment pour l'aéronautique, l'automobile : la rouille qui attaque en profondeur peut finir par attaquer la structure même du véhicule.

Comme la rouille est poreuse, l'attaque (ou exactement la corrosion) est profonde et se poursuit jusqu'à la destruction complète du métal. Aussi, est-il indispensable de le protéger.

Protections antirouille

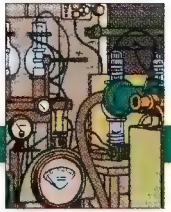
La rouille attaque la coque des navires, la serrure d'une porte, la chaîne d'un vélo... On protège les métaux ferreux de l'air humide en les recouvrant d'un revêtement isolant : peinture, vernis, film chromé, ou minium. Le minium est une peinture rouge orangé, à base de plomb qui freine le processus de rouillure. Le chrome est un métal blanc, brillant lorsqu'il est poli et inoxydable (il n'est pas corrodé par l'air). On l'utilise pour revêtir les accessoires des automobiles ou des vélos (enjoliveurs, guidons, etc).

Extrait de l'album *Tintin en Amérique*

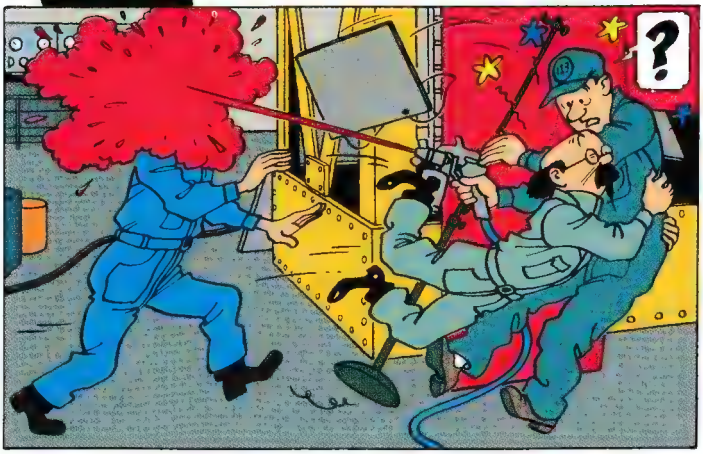
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

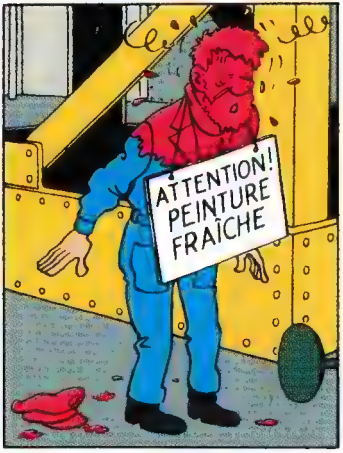
Imprimé en CEE
D2 491 58-12

A quoi sert la pétrochimie ?



1. à fabriquer des produits pharmaceutiques
2. à raffiner le pétrole brut
3. à fabriquer des produits industriels de toutes sortes

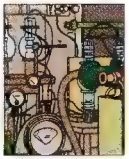




Pétrochimie

Le pétrole est une source d'énergie, mais aussi une matière première. L'industrie pétrochimique le décompose en éléments et reconstitue avec ces éléments des matériaux nouveaux : ce sont les produits dérivés du pétrole.

La pétrochimie sert à fabriquer des produits industriels de toutes sortes



Les lessives, les encres, les parfums, certains produits pharmaceutiques et ausssi le chewing-gum sont des produits dérivés du pétrole.

Le pétrole, autrefois simplement brûlé dans les lampes de nos arrière-grand-mères, est donc devenu en moins de 100 ans une matière première à l'origine de nombreuses industries.

Les produits

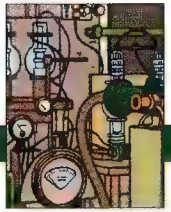
Parmi les multiples produits dérivés du pétrole, on peut citer les polymères d'où dérivent les matières plastiques, les fibres synthétiques, les élastomères (produits dotés d'élasticité caoutchouteuse), les résines utilisées pour les peintures, les adhésifs et aussi les polyuréthanes servant au moulage par injection de pièces mécaniques, les détergents, les pesticides, les engrais, les solvants, les plastifiants…

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

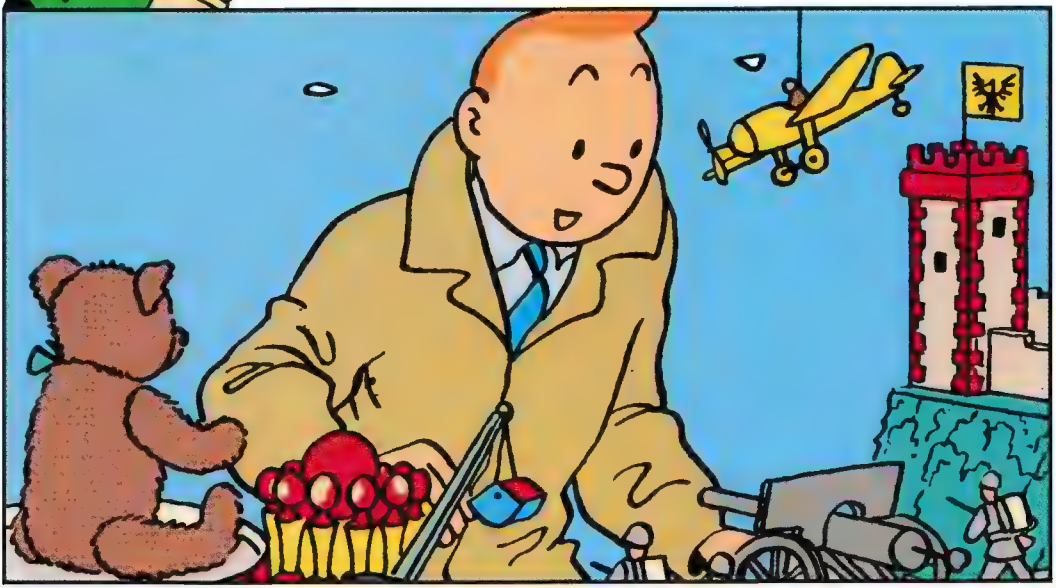
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 49-02

Avec quoi fabrique-t-on du plastique ?



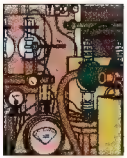
- avec du caoutchouc
- avec du pétrole
- avec de l'argile



Plastique

Les plastiques sont des matières synthétiques artificielles créées à partir de matières minérales (principalement le pétrole) ou végétales (cellulose).

On fabrique du plastique avec du pétrole



Le plastique peut prendre toutes les formes… être souple ou rigide.

Les chimistes fabriquent les plastiques à partir des vapeurs qui s'échappent du pétrole chauffé très fort.

La chimie du plastique

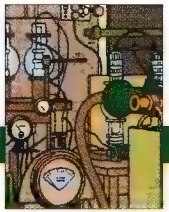
Une matière naturelle peut se comparer à un jeu de cubes empilés les uns sur les autres, chaque cube symbolisant une molécule, elle-même constituée par un édifice de quelques atomes. Une matière plastique, qui est artificielle, est, au contraire, un jeu de construction dont chaque édifice d'atomes élémentaires s'accroche solidement à l'édifice voisin de manière à former une chaîne homogène. Le chimiste trie les atomes du pétrole et les remonte dans un ordre différent, sous l'effet de la pression, de la température ou de réactions chimiques pour former de nouvelles chaînes d'atomes, souples et articulées : il y en a autant qu'il y a de plastiques différents.

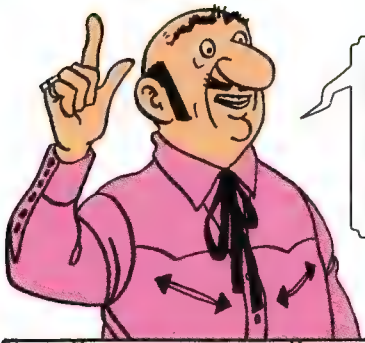
Extrait de l'album *Le Sceptre d'Ottokar*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo : A. Sauzeat / Sipa press
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 33-09

Quel fut le premier plastique produit industriellement ?





- le vinyle
- le celluloïd
- le plexiglas

Celluloïd

Le celluloïd fut mis au point en 1869 par deux chercheurs américains, les frères Hyatt. Il a servi pendant longtemps à fabriquer des jouets.

Le celluloïd fut la première matière plastique fabriquée industriellement

Transparent et incolore, le film cellulosique fut surtout employé pour fabriquer des pellicules de photo.

Après la Première Guerre mondiale, de nombreuses matières plastiques avaient vu le jour, inventées par la nécessité de trouver une solution à la pénurie croissante de certaines substances naturelles comme l'ivoire, l'écaille de tortue.

Substitut aux boules de billard en ivoire

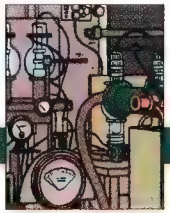
En 1863, un fabricant de boules de billard offrit une forte prime à qui trouverait un substitut de l'ivoire. Les frères Hyatt relevèrent le défi et mirent au point le celluloïd, nom de marque du nitrate de cellulose produit par l'action des acides nitrique et sulfurique sur la cellulose (constituant fibreux des bois secs, du lin, du coton…) Très inflammable, le nitrate de cellulose n'est plus employé de nos jours mais ce matériau permit, à l'époque, de fabriquer les premières machines de moulage.

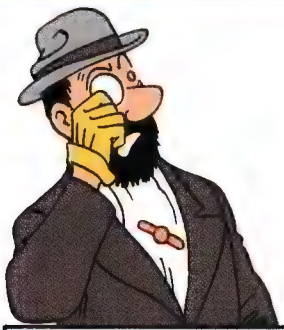
Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo : Nahassia / Sipa press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

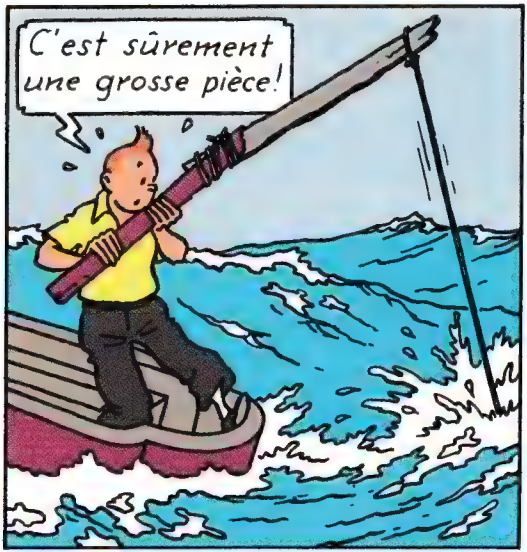
Imprimé en CEE
D2 491 33-10

En quoi sont faits maintenant les fils à pêche ?





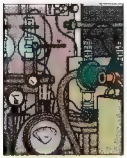
- en fil de coton
- en fil de soie
- en fil de Nylon



Nylon

Le Nylon est un dérivé pétrochimique : on en fait des fibres ou des fils qui servent à de multiples usages. Cette matière synthétique fut mise au point par la compagnie américaine Dupont de Nemours, en 1938.

Les fils de pêche sont maintenant en Nylon



Les toiles de parapente sont en Nylon.

Le Nylon remporta un succès considérable. L'une de ses premières applications fut les bas en Nylon, qui apparurent aux États-Unis dès 1940.

Textiles synthétiques

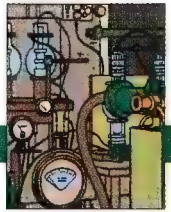
Le Nylon entraîna la découverte d'autres fibres synthétiques aux qualités similaires : les polyesters, les résines acryliques et les polyvinyles. Toutes ces fibres s'emploient comme la soie, la laine, le coton, mais résistent mieux à l'usure. En revanche, elles fondent lorsqu'elles sont soumises à de fortes températures. Largement utilisées pour la confection des vêtements, elles servent aussi à fabriquer des poils de brosse, des tissus filtrants pour l'industrie chimique, des cordages, du fil chirurgical, des cordes de raquettes, etc.

Extrait de l'album ***Les Cigares du Pharaon***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 42-16

Quel autre nom donne-t-on au goudron recouvrant les routes ?



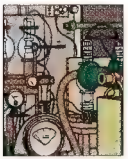
1. le bitume
2. la bixine
3. le biveau

Goudron

Le goudron est un produit dont la consistance varie de liquide visqueux à solide, noir ou brun foncé. C'est un produit naturel (bitume) ou artificiel.

Il existe toutes sortes de goudrons : le goudron de bois provenant de la carbonisation des végétaux, tel le goudron du tabac, le goudron de houille, le goudron minéral, produit lourd de la distillation du pétrole ou le bitume qui est un goudron naturel. Les gisements les plus importants sont au Canada, au Venezuela, dans l'ex-U.R.S.S. Certains affleurent à la surface et forment de véritables lacs.

Le goudron recouvrant les routes s'appelle aussi du bitume



Lorsqu'il fait très chaud, le goudron (bitume ou asphalte) ramollit. On s'en sert pour enduire les routes à cause de sa dureté de pénétration et de son élasticité.

Utilisations

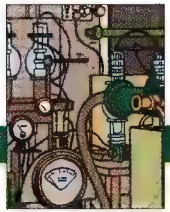
Les bitumes sont surtout utilisés pour les travaux publics et le bâtiment : revêtement des routes, étanchéité des toitures et des terrasses, imperméabilisation, isolement. Ils servent aussi à la fabrication de caoutchoucs, de mastics, de peintures ou au calfatage des bateaux : c'est dans un panier enduit de bitume que Moïse fut sauvé des eaux.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Lumier / Jerrican
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 49-01

A quel type de roche appartient le marbre ?



- c'est une roche calcaire métamorphisée
- c'est une roche volcanique
- c'est une roche argileuse

Marbre

Le marbre est une roche sédimentaire calcaire qui s'est transformée chimiquement (métamorphosée) et qui a durci. Il est très recherché pour décorer palais et maisons (dallages, escaliers, cheminées...). Il est aussi la matière noble des sculpteurs.

le marbre est une roche calcaire métamorphosée

Une carrière de marbre. Deux poulies-guides conduisent le fil hélicoïdal qui scie de gros blocs dans la masse du gisement.

Le marbre est une roche dure et lourde, froide au toucher. Lorsqu'il est poli, il prend un aspect brillant. Sa coloration provient de l'impureté de la roche originelle, ainsi que les veines, liées à la présence d'oxydes métalliques. Il prend ainsi des tons beiges, bleus, roses, jaunes, verts, noirs...

Extraction

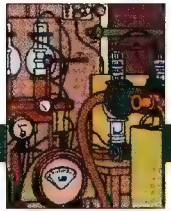
Dans les carrières artificielles, le marbre est détaché en gros blocs par un sciage au fil hélicoïdal : trois fils d'acier torsadés constituent un fil sans fin conduit par des poulies. Le morceau ainsi isolé est fractionné par des marteaux perforateurs. Il est ensuite débité en tranches dans les usines, poli par des outils abrasifs et enfin lustré.

Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo : Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 33-08

D'où provient la craie avec laquelle on écrit au tableau ?

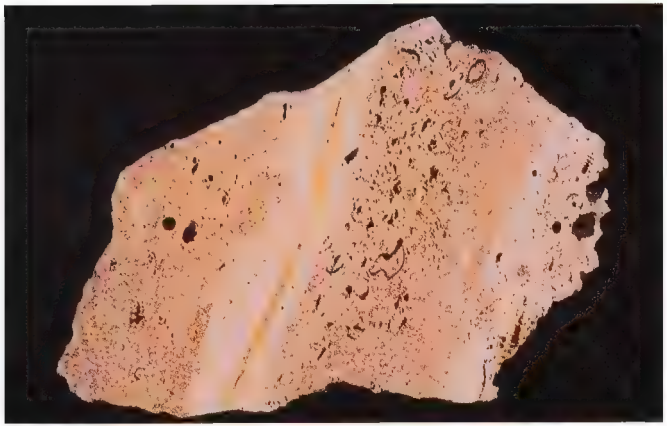


- d'une roche calcaire
- de la coquille des crustacés, broyée en poudre
- d'une roche volcanique

Craie

Le petit bâton blanc utilisé à l'école pour écrire au tableau provient de la roche calcaire qui porte aussi le nom de craie : elle est réduite en poudre, puis moulée en forme de bâton. La craie est faite de débris fossiles de minuscules animaux. C'est une roche sédimentaire.

La craie avec laquelle on écrit sur le tableau provient d'une roche calcaire



Dans la craie, à l'état naturel, on peut voir au microscope les restes fossilisés d'organismes marins pas plus gros qu'une tête d'épingle.

La craie, telle qu'on la trouve dans la nature, est une roche blanche ou très pâle, à grain fin et se désagrégeant facilement. Elle contient des restes d'organismes fossiles : squelettes de minuscules coquillages et animaux marins, invisibles à l'œil nu.

Blanc comme la craie

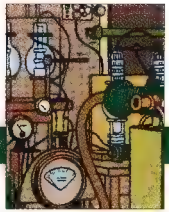
Les hommes de la préhistoire broyaient la craie en poudre et la mélangeaient avec de la graisse d'animal pour réaliser leurs peintures. A l'époque romaine, les femmes utilisaient la craie pour se blanchir le visage et les bras. On l'employait aussi pour fabriquer la chaux, avec laquelle étaient blanchies les maisons. La craie rentre dans la fabrication du ciment.

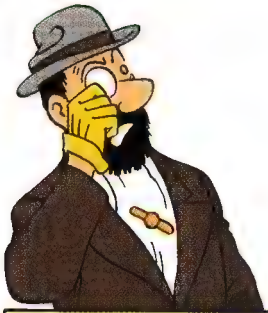
Extrait de l'album *Tintin au Congo*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo M. Claye / Jacana
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 76-16

Combien existe-t-il de sortes de pierres précieuses ?



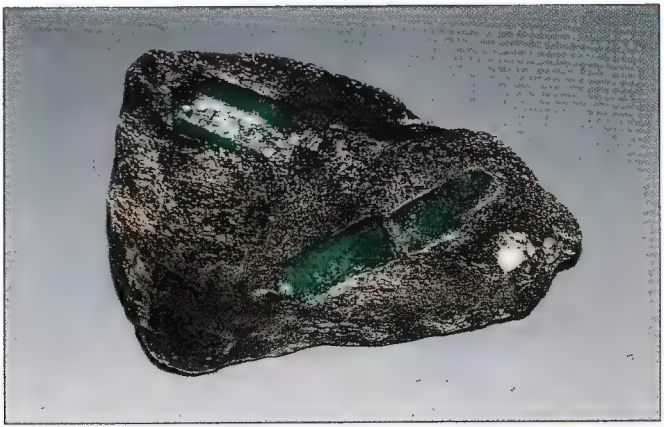


- douze
- deux : le diamant et l'émeraude
- quatre

Pierre précieuse

Les pierres précieuses (diamant, émeraude, rubis, saphir) sont des minéraux très rares, appelés aussi gemmes. Elles sont utilisées dans la fabrication des bijoux et autres objets précieux.

Il existe quatre sortes de pierres précieuses



Émeraudes dans leur gangue. Les pierres fines (grenat, topaze, turquoise, améthyste, jade…) sont moins rares mais font aussi de beaux bijoux.

Le diamant est le plus dur des minéraux : il ne se raye que par lui-même. On l'utilise pour découper les vitres. Le diamant, l'émeraude (une variété de béryl), le rubis et le saphir (des variétés de corindon) sont incolores à l'état pur. Leur couleur est due à la présence d'oxydes métalliques particuliers : le chrome donne le rouge du rubis, le fer et le titane les bleus, les jaunes et les verts des saphirs.

La taille

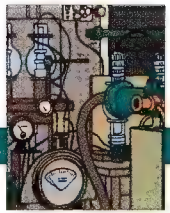
Une fois extraites de leur enveloppe minérale (gangue), les pierres sont taillées en facettes symétriques et polies afin de rehausser leur éclat. Leur valeur dépend de leur transparence, de leur poids, évalué en carats, soit 1/5 de gramme.

Extrait de l'album ***Tintin au Congo***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Novosti / Sipa Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 20-20

Avec quoi fabrique-t-on du béton ?

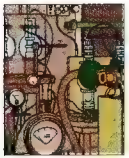


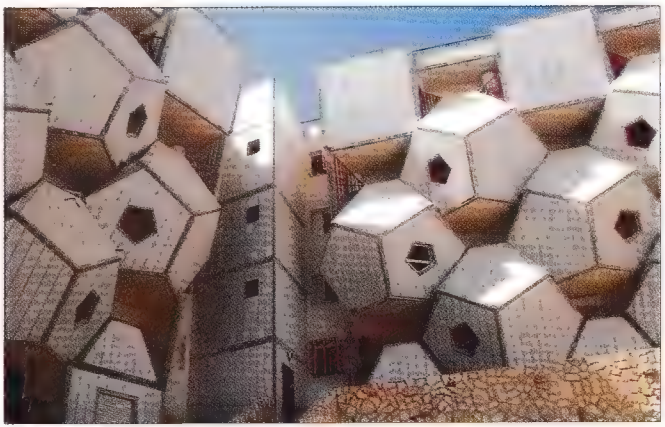
1. avec des cailloux et de la chaux
2. avec du sable, du gravier, du ciment et de l'eau
3. avec de la brique pilée et du ciment

Béton

Le béton est un matériau fait de gravier et de sable, mélangés à un liant : le ciment et l'eau. Il sert à réaliser des ouvrages très solides : chaussées, immeubles, ponts, barrages... C'est le plus important des matériaux de construction.

Le béton se fabrique avec du sable, du gravier, du ciment et de l'eau





Le béton frais est jeté par couches minces dans des coffrages ou des moules où il durcit progressivement. Cela permet de construire des bâtiments aux formes audacieuses.

Du mortier au ciment

Pour maçonner, on utilisait jadis de la chaux, une pierre calcaire cuite, calcinée. Cette méthode ne donnait aux constructions qu'une solidité médiocre. On avait perdu le secret des Romains qui obtenaient du ciment très solide en y ajoutant de la cendre volcanique ou de la brique pilée. Le ciment actuel a une formule équivalente à base d'argile et de calcaire calciné. Le mélange est broyé puis cuit. La poudre, malaxée avec de l'eau, forme une pâte qui durcit en séchant.

Les bétonnières

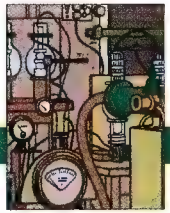
Ce sont de grands récipients avec des spirales de malaxage, fixes ou portés sur camions.

Extrait de l'album ***Tintin en Amérique***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo C. Leprette / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 16-11

Quel matériau emploie-t-on pour fabriquer des briques ?



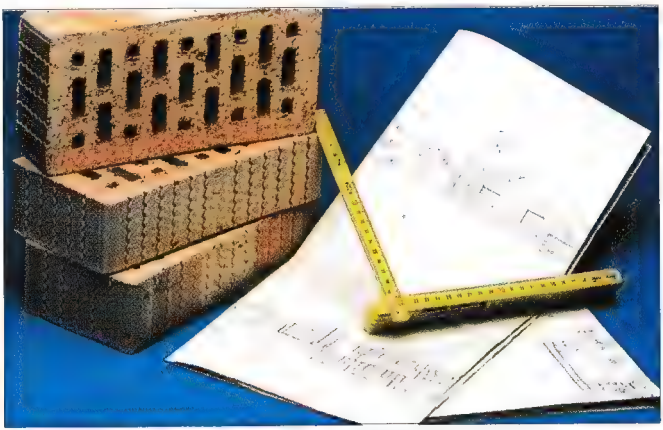
- l'argile
- le grès
- le calcaire

Brique

Dès l'Antiquité, les hommes ont fabriqué des briques séchées au soleil. Très vite, ils ont constaté qu'en chauffant à une température suffisante les briques séchées, ils obtenaient un matériau de construction résistant.

La substance argileuse forme une poudre quand elle est sèche. Mais elle peut absorber énormément d'eau et former alors une pâte qui devient imperméable et plastique. Elle se prête bien à la confection d'objets de toutes formes. La brique fut utilisée dès l'Antiquité pour la construction des temples, en Mésopotamie.

Les briques sont fabriquées avec de l'argile



Les briques ont une forme de parallélépipède rectangle ; leur longueur est bien souvent égale au double de leur largeur, plus l'épaisseur d'un joint. Elles peuvent être pleines ou creuses.

L'argile gonflée d'eau durcit à la chaleur.

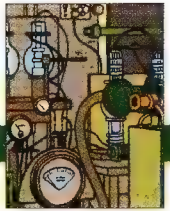
Cette cuisson peut se faire au soleil, mais les résultats sont bien meilleurs avec un four. Aujourd'hui, les briques sont fabriquées dans des briqueteries industrielles. Après malaxage, humidification et façonnage de la pâte, un long ruban de brique sort de la machine ; il est coupé en tronçons qui cuisent alors dans un four-tunnel.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 60-05

Le verre est-il toujours fragile ?

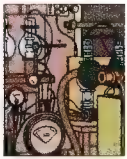


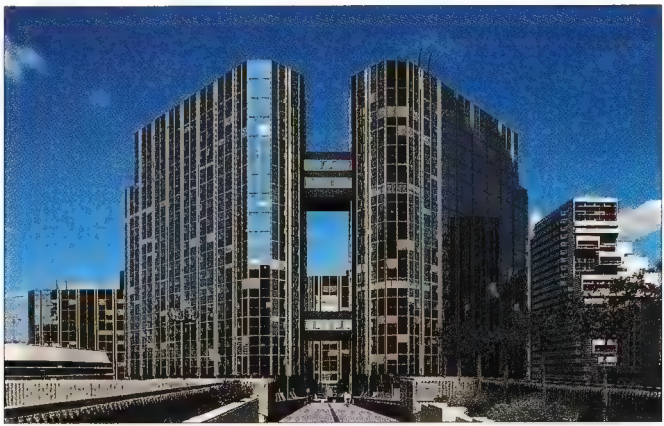
- certains verres sont traités pour résister aux chocs et à la chaleur
- tous les verres sont fragiles

Verre

Le verre résulte de la fusion à haute température d'un mélange complexe renfermant, entre autres, de la silice et de la chaux. Le verre en fusion est une pâte liquide que l'on façonne avant son refroidissement.

Certains verres sont traités pour résister aux chocs et à la chaleur





La tour des Miroirs à La Défense. Les techniques modernes de fabrication du verre permettent l'emploi de ce matériau dans de nombreuses constructions.

Certains verres traités résistent aux balles de revolver. Les pare-brise des voitures se fissurent sans éclater, les hublots des avions supportent une très haute altitude, la vaisselle va dans le four à micro-ondes... Le verre n'est plus une matière fragile !

Verres spéciaux

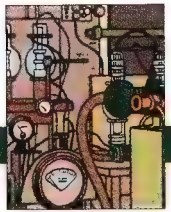
Le verre armé est obtenu par incorporation dans la masse d'un treillis en fil de fer. Le verre trempé est refroidi très vite par un grand jet d'air. Le verre feuilleté est composé d'une feuille de plastique prise en sandwich entre deux couches de verre : s'il se fissure, il reste en place. Le verre de silice, obtenu par fusion du quartz, possède une grande résistance thermique.

Extrait de l'album ***L'Affaire Tournesol***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Bohin / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 10-07

Qu'est-ce qui donne au cristal, toute sa transparence ?

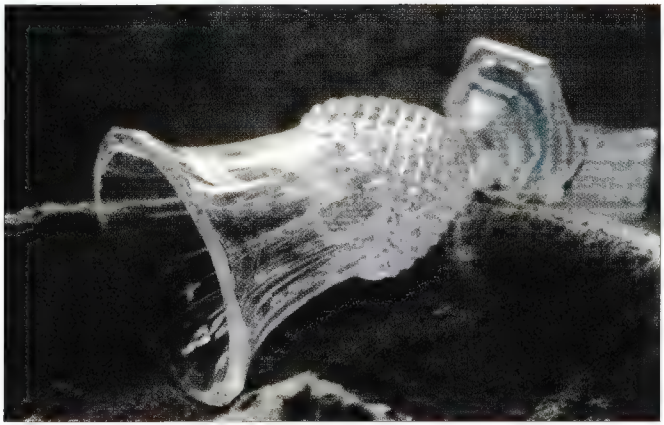


- l'oxyde de plomb que l'on a ajouté à la pâte de verre
- la pâte de verre est refroidie plus rapidement
- il est fabriqué avec du cristal de roche

Cristal

D'où proviennent les beaux reflets lumineux des lustres en cristal ? Ce n'est pourtant que du verre, mais un verre pur et très transparent grâce à l'oxyde de plomb ajouté dans la pâte.

1 L'oxyde de plomb donne au cristal toute sa transparence



En France, le cristal de Baccarat est très renommé.

Dès le XIII^e siècle, à Murano, une île de la lagune de Venise, les verriers fabriquaient un verre "cristallin" provenant de matières premières sélectionnées pour leur pureté, notamment la soude, que les Vénitiens faisaient venir d'Égypte et de Syrie. Mais, au XVI^e siècle, le cristal de Bohême, à base de potasse, surpasse celui de Venise en transparence. Depuis le XVII^e siècle, le cristal est fabriqué avec une quantité importante de plomb.

Il brille de mille feux

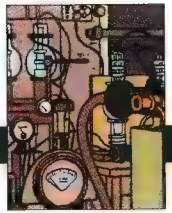
Pour que le cristal miroite de tous ses feux, le cristallier grave ou taille à la roue ou à l'acide sur les carafes, les vases, les coupes, des facettes, des arêtes, des étoiles. Ces objets de luxe étaient, jusqu'à une période récente, décorés à la main par des artisans qualifiés.

Extrait de l'album ***Les Sept Boules de cristal***

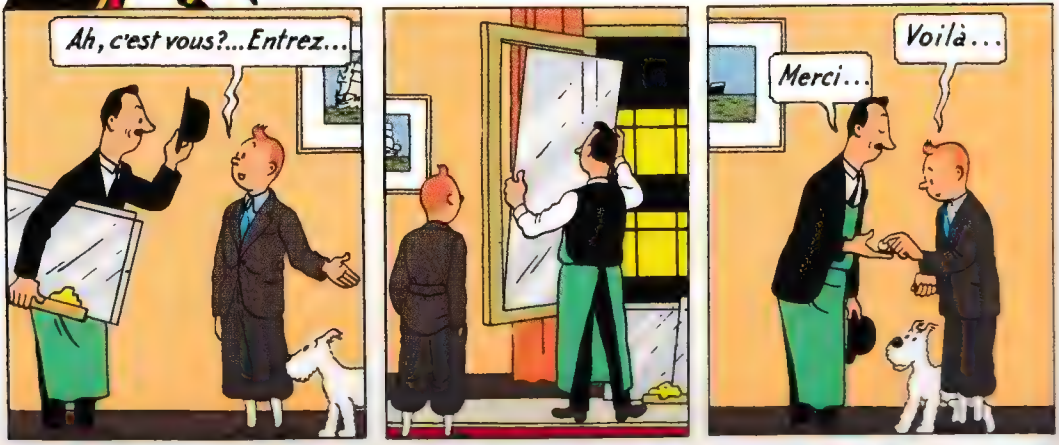
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Sipa Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 30-03

Depuis quand les fenêtres des maisons ont-elles des vitres ?



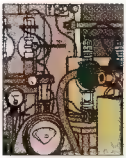
- depuis l'Antiquité
- depuis le XV^{e} siècle
- depuis le XIX^{e} siècle



Vitre

En Occident, dès le VII^e siècle, les fenêtres des églises sont garnies de vitraux faits de petites plaques de verre coloré enchâssés dans des baguettes de plomb, mais dans la plupart des maisons, l'usage des fenêtres vitrées ne se généralise qu'au XV^e siècle.

Les fenêtres ont des vitres depuis le XV^e siècle



De grands pans de verre enveloppent les immeubles modernes. Ici, le siège de Saint-Gobain, à la Défense.

Jusqu'à cette époque, les fenêtres étaient garnies de papier huilé qui laissait passer une faible lumière ou de rideaux. On fermait souvent les volets !

Les murs de verre

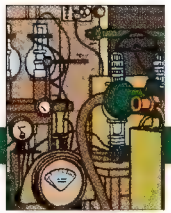
La vitre ordinaire se fabrique à partir d'une grande cuve remplie de matière en fusion, d'où sort un large ruban de verre que l'on étire entre des rouleaux. Pour les grandes baies, on utilise le principe de la glace flottée : un flot continu de pâte est déversé dans une grande cuve remplie d'étain fondu. Le verre, plus léger, flotte et épouse la surface plane, formant une grande feuille. Elle est refroidie avant d'être recuite, puis découpée à la taille désirée.

Extrait de l'album *Le Sceptre d'Ottokar*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Goyhenex / Sipa Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 30-04

Les glaces déforment-elles l'image qu'elles réfléchissent ?



1. oui, l'image ne correspond jamais tout à fait à la réalité
2. non, si la glace est une surface lisse, polie et plane

Glace

Une glace, ou miroir, est une surface polie qui renvoie dans des directions bien déterminées les rayons lumineux qui proviennent des objets : c'est la réflexion, qui nous donne l'illusion de voir une image réelle.

Les glaces, si elles sont lisses, polies et planes, ne déforment pas l'image réfléchie

Aujourd'hui les miroirs sont en verre ; jusqu'au XIX^{e} siècle, on utilisa des miroirs en métal poli car on ne savait pas encore déposer correctement une couche brillante sur une face d'une plaque de verre.

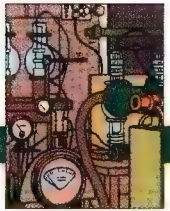
Aujourd'hui, la façon la plus courante de fabriquer un miroir consiste à déposer sur l'une des surfaces d'une plaque de verre une fine pellicule argentée recouverte d'une peinture protectrice. L'image renvoyée par un miroir plat est toujours symétrique de l'objet reflété : par rapport au miroir, elle paraît être à la même distance que l'objet. Elle a également les mêmes dimensions que celui-ci.

Miroirs déformants

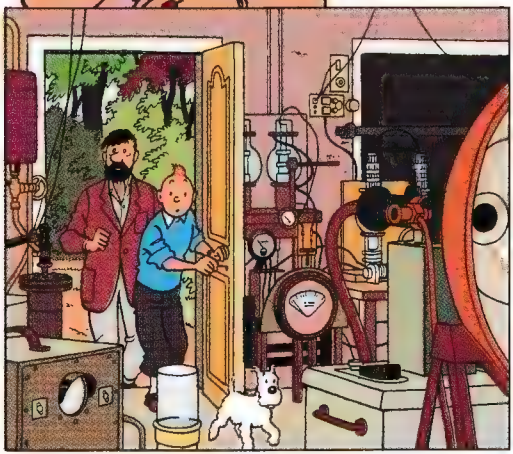
Les miroirs concaves sont creux, comme l'intérieur d'un bol ; concentrant la lumière, ils renvoient une image qui paraît plus grosse et rapprochée. Les miroirs convexes, comme le dos d'une cuillère, donnent au contraire une image rétrécie et lointaine.

Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo R. Buchler / Option Photo
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 66-12

Le verre peut-il se tisser ?



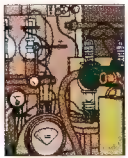
- non, c'est une matière coulée, taillée, gravée mais non tissée
- oui, on en fait des fibres analogues aux fibres textiles



Fibres de verre

Les fibres de verre sont des fibres textiles d'un type nouveau. Ininflammables, imputrescibles, elles ont aussi des propriétés de rigidité, d'isolement et sont de plus en plus employées dans l'industrie des plastiques stratifiés.

On peut tisser des fibres de verre



Les fibres de verre rentrent dans la fabrication des coques et des mâts des bateaux. Elles remplacent avantageusement, comme matériau plus léger et ne rouillant pas, le bois ou les métaux.

Les fibres de verre sont faites de verre ramolli ou fondu et étiré au travers de milliers de trous minuscules. Assemblées en fils, elles permettent de fabriquer la laine de verre qui isole les maisons du froid ou des tissus ininflammables. Les fibres de verre peuvent aussi être enrobées de résine synthétique. On les utilise ainsi pour la fabrication de carrosseries, de coques de bateaux et de nombreux articles de sport.

Télécommunications

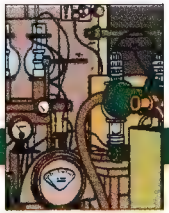
Les fibres optiques, creuses, en verre très pur, canalisent la lumière qui voyage sous forme d'ondes. Groupées en faisceaux protégés par une gaine, elles remplacent les câbles qui transmettaient jusqu'alors les images télévisées.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

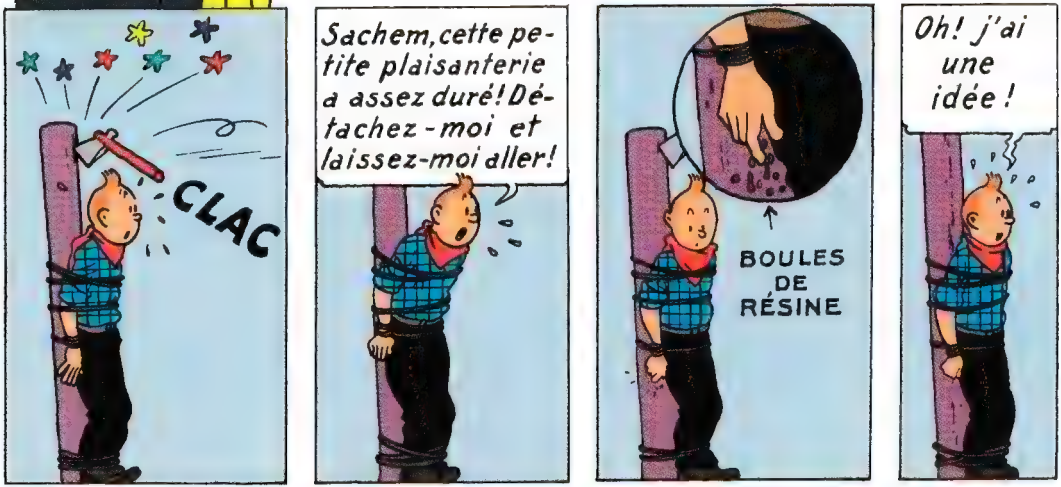
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo C.B. Smith / Sipa-Press
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 62-08

De quoi est principalement constitué le bois ?



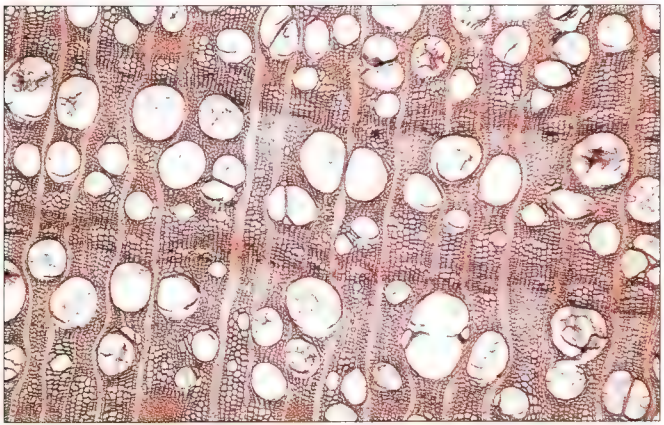
1. de lignine et de cellulose
2. de tanin et de résine
3. de sève



Bois

Le bois, l'un des tout premiers matériaux utilisés par l'homme, est constitué de milliers de cellules dont les parois sont tissées de fines fibres de cellulose. La rigidité de ce réseau de mailles est assurée par la lignine qui occupe les intervalles entre les fibres.

1 Le bois est principalement composé de lignine et de cellulose



Bois de robinier vu au microscope. De nombreuses plantes contiennent du bois mais seuls les arbres en fournissent suffisamment pour être utiles aux activités humaines.

La lignine, le "béton" du bois, varie selon les espèces. Les plus dures en contiennent davantage. La cellulose, les "fils du béton", est une substance très utile. Elle sert à fabriquer des laques, des tissus artificiels comme la rayonne, et surtout du papier : le tronc d'un arbre fournit assez de cellulose pour la fabrication de 20 000 pages de journal.

Autres richesses

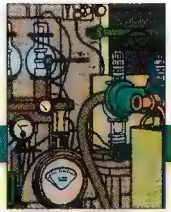
Le bois renferme aussi d'autres substances dont l'industrie sait tirer parti : amidon, tanin (utilisé pour le tannage des peaux, les encres d'imprimerie...), résines, matières colorantes, parfums...

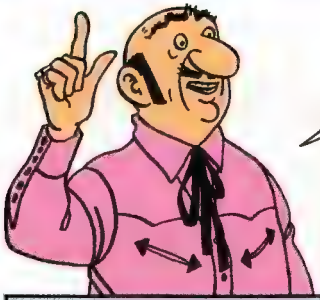
Extrait de l'album ***Tintin en Amérique***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo C. Gautier / Jacana
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

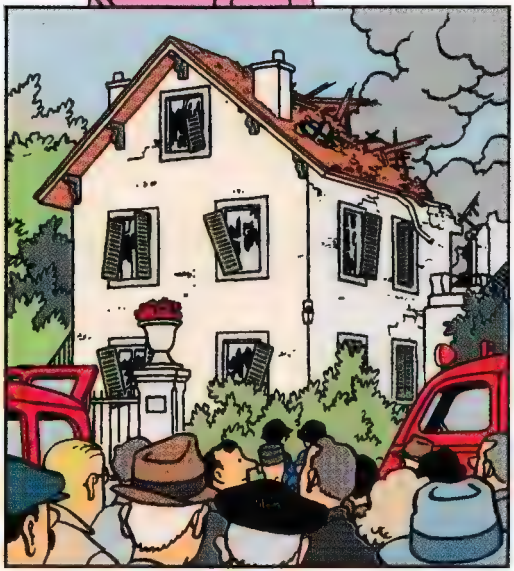
Imprimé en CEE
D2 491 18-16

Quelle est la pièce supérieure d'une charpente de bois ?





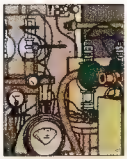
1. l'échantignole
2. le faîtage
3. l'arbalétrier



Charpente

Longtemps, le bois fut le matériau le plus utilisé pour la construction des maisons. La charpente en est l'ossature, le squelette .

Le faîtage est la partie supérieure d'une charpente



Une fois la charpente terminée, les murs du chalet sont habillés de planches bien ajustées . Par tradition, on suspend un bouquet pour fêter la pose de la poutre faîtière de la charpente.

Les quelques perches assemblées avec des lianes et qui servaient de support aux huttes primitives sont les ancêtres des structures élaborées, à poteaux (ou piliers) et à poutres, des maisons plus évoluées.

Les maisons de bois

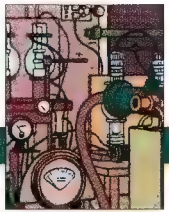
Les méthodes d'assemblage ont varié dans le temps et selon les régions du globe. Pendant des siècles, les charpentes furent construites à l'aide des outils les plus simples comme la hache, pour l'abattage et le façonnage. La technique de construction en rondins prévalut pendant longtemps. Au début du XVI^{e} siècle, on inventa des scieries mues par la force de l'eau et il fut désormais possible de réaliser des charpentes avec des planches pour des maisons de 6 ou 7 étages, des voûtes de toitures avec des assemblages compliqués tenus par des chevilles en bois.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

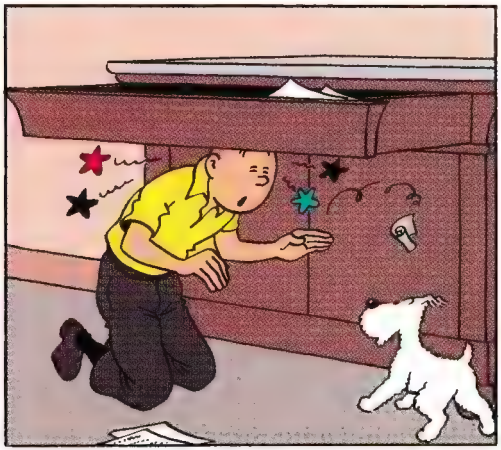
© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 37- 14

Comment s'appelle l'artisan qui fabrique des meubles ?



- le marqueteur
- la charpentier
- le menuisier



Menuiserie

Outre la fabrication des meubles, la menuiserie fournit pour le bâtiment, portes, fenêtres, volets, parquets...

Le menuisier est l'artisan qui fabrique des meubles

Il faut laisser au bois le temps de jouer (de se déformer) un peu pour éviter qu'il ne malmène l'assemblage.

Aujourd'hui, l'industrie concurrence sérieusement l'artisanat en utilisant un outillage mécanique qui permet de produire des pièces dans des dimensions standard et en série.

Des outils traditionnels

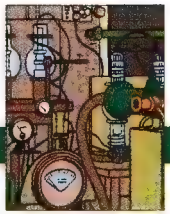
Autrefois, seuls les petits outils étaient utilisés en menuiserie : sur l'établi est fixé un étau qui, dans ses mors, enserre la pièce à travailler. Le découpage se fait avec des scies. Avec le rabot qui détache des copeaux, on ajuste, amincit et lisse la surface sciée. Les pièces sont ensuite assemblées : pour cela, on aménage des saillies et des creux (tenons et mortaises) qui leur permettent de s'emboîter les unes dans les autres. L'assemblage est ensuite consolidé par des chevilles en bois, de préférence aux clous. Reste alors la finition : ponçage, cire ou vernis.

Extrait de l'album ***Le Secret de la Licorne***

© MCMXCII Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Grisaudon © MCMXCII Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 24-09

Qu'est-ce que le contre-plaqué ?



- un panneau fait de feuilles de bois superposées et collées
- un panneau fait de deux couches de bois entre lesquelles sont agglomérés des copeaux de bois

Contre-plaqué

Le bois est devenu un matériau cher et rare qu'il ne faut pas gaspiller. La fabrication du contre-plaqué permet d'utiliser des bois qui, autrement, seraient devenus des déchets.

Un panneau de contre-plaqué est fait de feuilles de bois superposées et collées

La couche centrale d'un panneau de contre-plaqué peut être faite de chutes de scierie et de feuilles de bois endommagées. Cela ne change pas la résistance du panneau et permet d'éviter le gaspillage.

Une machine à dérouler découpe les troncs des arbres abattus et écorcés en un ruban continu de 1,5 à 6 mm d'épaisseur. La feuille de bois est ensuite tranchée en panneaux.

Comme un millefeuille

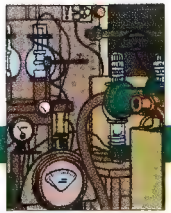
Ces panneaux sont superposés puis encollés, avant d'être assemblés sous presse et polis. Le déroulage du bois en feuilles laisse parfois apparaître des nœuds ; on les retire, et les trous ainsi formés sont rebouchés au mastic. Les feuilles qui se fissurent au déroulage et les chutes sont assemblées et utilisées pour faire la plaque centrale. Ainsi, rien n'est perdu. Le contre-plaqué, économique et résistant, est employé dans l'ameublement, la construction navale, la charpente, les coffrages de chantier, etc.

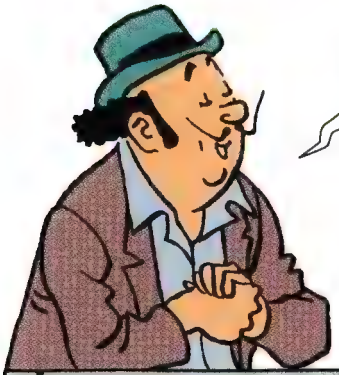
Extrait de l'album *Les Sept Boules de cristal*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Hollyman / P. Resear / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

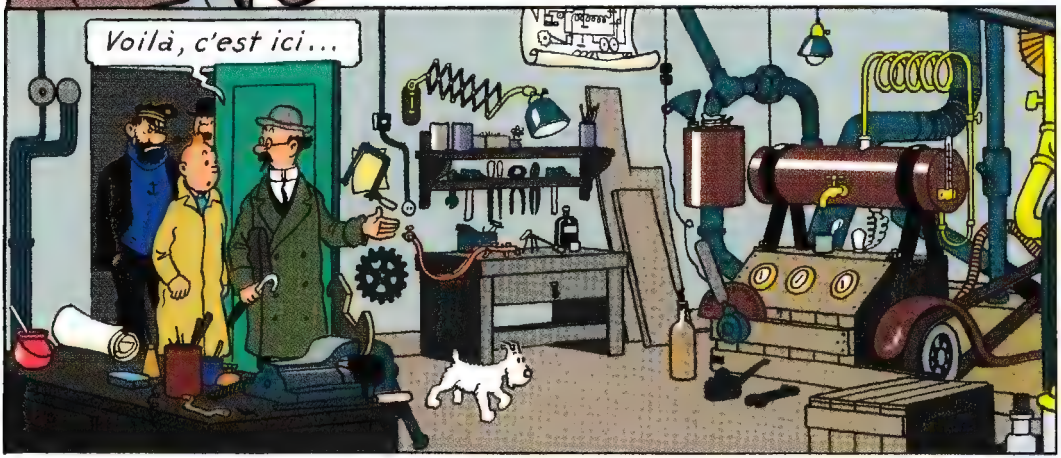
Imprimé en CEE
D2 491 59-17

Peut-on fabriquer des produits chimiques avec du bois ?





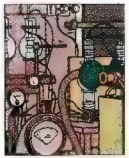
- non, les produits chimiques sont essentiellement à base de pétrole
- oui, les substances ligneuses du bois fournissent d'abondantes matières premières pour l'industrie

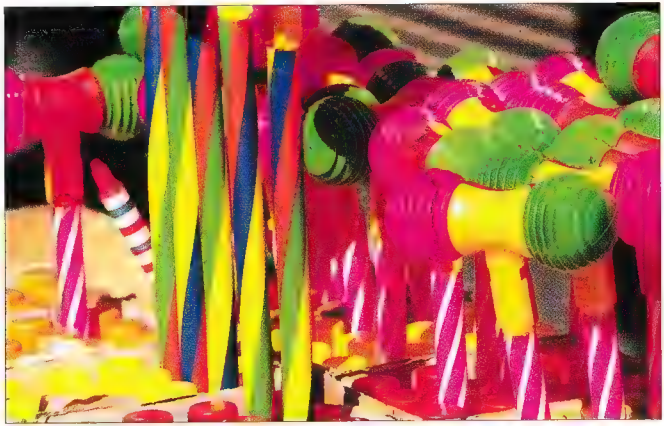


Chimie du bois

Toutes les substances qui constituent le bois servent de matière première à l'industrie chimique, qui crée ainsi des produits de base servant à la fabrication de nombreux objets, médicaments, etc.

Les substances ligneuses du bois fournissent d'abondantes matières premières pour l'industrie





La cellulose, traitée chimiquement, sert à fabriquer une matière plastique, le celluloïd, employé pour fabriquer des objets moulés, comme les touches de piano, les balles de tennis de table ou certains jouets.

Chaque bois apporte son originalité. Tous les bois ne sont donc pas traités de manière identique.

Tout est transformé

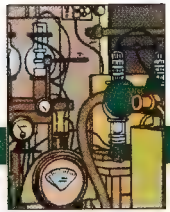
Les résines végétales, insolubles dans l'eau mais solubles dans l'alcool et les graisses, rentrent dans la fabrication des plastiques, des vernis, des colorants, des adhésifs... L'essence de térébenthine, qui provient de la résine des conifères, sert à fabriquer, entre autres, des insecticides. Les baumes sont des sécrétions végétales, comme la gomme arabique produite par des acacias malades. On les utilise pour fabriquer des médicaments, des produits de beauté. Enfin, on extrait, de certains bois, des fibres de cellulose. On en fait des tissus synthétiques, des pneus.

Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J.-M. Emportes / Jerrican
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 59-18

Avec quoi fabrique-t-on le papier ?

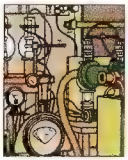


1. la pâte à papier provient du bois
2. la pâte à papier est un mélange d'eau et de poudre de craie
3. la pâte à papier s'obtient en broyant des tiges de papyrus

Papier

La pâte à papier est faite à partir de fibres de bois malaxées et cuites. La pâte, étalée, séchée, forme des feuilles de papier.

1 Le papier se fabrique avec une pâte provenant du bois



Le papier est cher, car sa fabrication exige beaucoup d'eau, d'énergie et du bois, une matière de plus en plus rare et coûteuse.

En déchirant une feuille de papier, on peut remarquer de minuscules fibres : ce sont des fibres de bois. Les troncs abattus sont débités en bûchettes, en fibres par une défibreuse (sorte de râpe) ou par un procédé chimique.

Du bois au papier

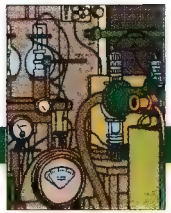
Les fibres sont cuites dans des lessiveuses où elles se décomposent jusqu'à former une pâte. Pour la blanchir, on y ajoute des produits chimiques. Puis, la pâte est raffinée, malaxée, mélangée à des colorants ou à divers produits qui rendent le papier imperméable, absorbant ou glacé... La pâte se déverse alors sur une toile métallique, elle s'égoutte. Puis elle sèche entre des cylindres chauffants. La feuille obtenue est livrée en bobines ou coupée en rames.

Extrait de l'album ***L'Affaire Tournesol***

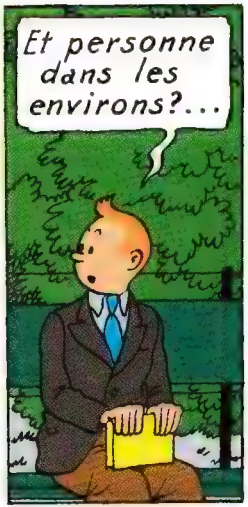
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Beaulieu / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

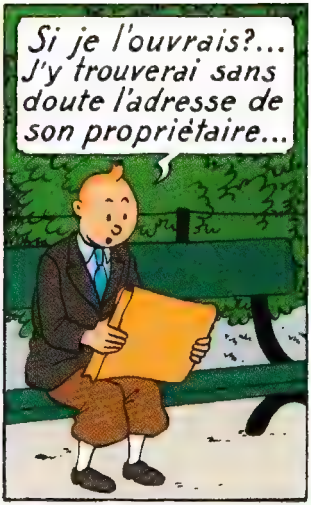
Imprimé en CEE
D2 491 04-11

D'où vient le cuir ?



- le cuir est un produit dérivé du pétrole
- la peau de presque tous les animaux peut donner du cuir
- le cuir vient de l'écorce du latex

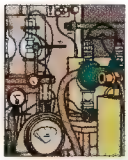




Cuir

Les peaux les plus employées sont celles du porc, du veau, du mouton, de la chèvre.

La peau de presque tous les animaux peut donner du cuir



Une tannerie, L. de France. Musée Marmottan.

Le lézard, le crocodile ou encore le requin, sont utilisés pour des produits de luxe.

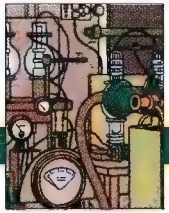
De la peau au cuir : le tannage

Après avoir été raclée pour en retirer la chair, la graisse et les poils, la peau est tannée. Le tannage évite que la peau ne pourrisse. On la trempe longtemps dans l'eau pour l'assouplir puis dans la chaux pour que les racines des poils se relâchent. La peau est ensuite épilée et nettoyée sur les deux faces puis mise à tremper dans une cuve contenant du tanin, un produit tiré de l'écorce de certains arbres comme le chêne, ou bien du chlore, du formol... Le cuir est alors graissé pour devenir imperméable et parfois teint. Enfin, il est transformé en chaussures, sacs, vêtements, canapés, selles de chevaux...

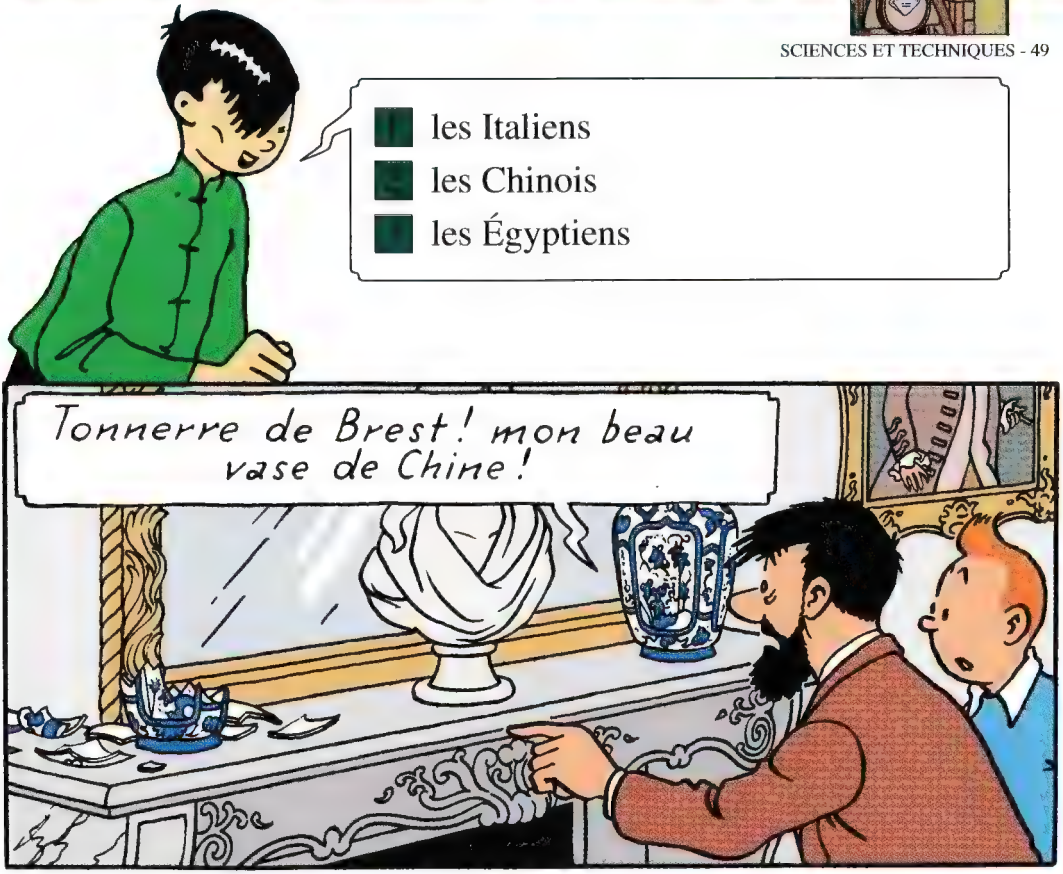
Extrait de l'album ***Le Sceptre d'Ottokar***

© MCMXCI. Herge-Moulinsart / Casterman
Photo ERL / Sipa-Icono
© MCMXCI. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491-03-20

Qui inventa la porcelaine ?



1 les Italiens
2 les Chinois
3 les Égyptiens



Porcelaine

Les Chinois mirent au point une pâte d'argile et des procédés de cuisson à haute température qui permirent la fabrication de fines porcelaines dès le I^er^ siècle de notre ère.

Les Chinois inventèrent la porcelaine

Au XVII^e^ siècle, les Hollandais prirent le monopole du commerce avec l'Extrême-Orient et créèrent la Compagnie des Indes orientales. Amsterdam devint le grand centre d'importation des porcelaines chinoises.

La porcelaine chinoise pénétra en Europe dès le Moyen Age. Quelques souverains en possédaient dans leurs collections.

Le kaolin, une argile pure

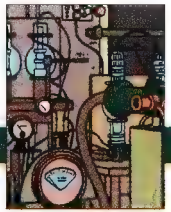
La finesse des porcelaines chinoises vient de ce que la pâte est composée de kaolin, une argile fine et blanche. On y ajoute du quartz (provenant de sables ou de roche), qui donnera l'aspect glacé de la porcelaine. Le troisième ingrédient est le feldspath. Ce minéral sert à abaisser le degré de fusion de la pâte lors de la cuisson et, ainsi, à la durcir. La pâte, une fois broyée, tamisée, malaxée, est façonnée ou coulée dans des moules. L'objet obtenu est cuit à basse température puis est revêtu d'une couche à base de feldspath. Il est ensuite recuit à haute température (de 1 250 à 1 450 °C).

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

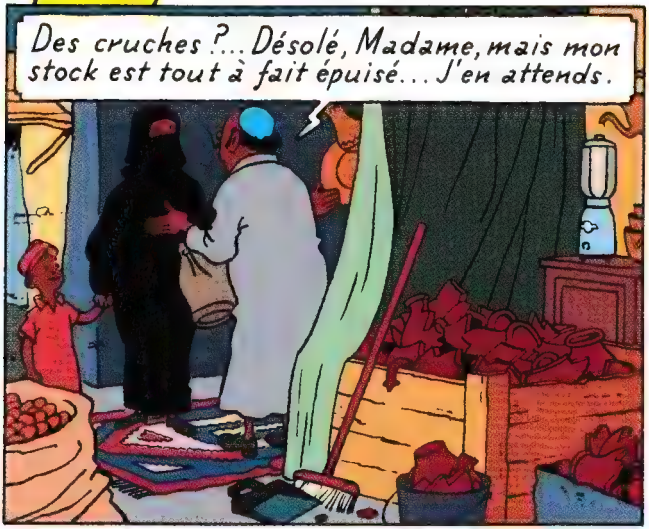
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Lauros-Giraudon
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 60-04

Quelles sont les terres que l'on cuit pour faire des poteries ?



- l'argile et le grès
- le quartz et le calcaire
- le sable et la craie



Terre cuite

La poterie (art de façonner des objets de terre cuite) utilise l'argile, ou glaise, qui, imbibée d'eau, forme une pâte plastique, ou bien le grès qui, à la cuisson, vitrifie la pâte et la rend imperméable aux liquides.

Les terres utilisées en poterie sont l'argile et le grès

Une poterie façonnée au tour. Les poteries vernissées sont plus fragiles que les poteries mates mais elles peuvent aller au four et sont imperméables.

La terre, débarrassée de ses impuretés, est pétrie avec de l'eau pour former une pâte homogène. Elle est ensuite façonnée à la main, au moule, ou à l'aide d'un tour.

Le tour du potier

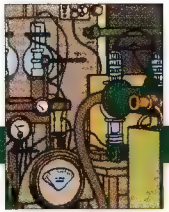
Il est formé de deux roues horizontales montées sur un pivot : la roue inférieure actionnée par un mouvement de la jambe entraîne la roue supérieure où est placée la masse d'argile. Grâce à cette rotation, la pression des doigts du potier suffit à faire monter la terre et à la façonner. Après séchage, la poterie est cuite à environ 1 000° C. Une fois cuit, l'objet peut être vernis lors d'un deuxième passage au four ou peint.

Extrait de l'album ***Coke en stock***

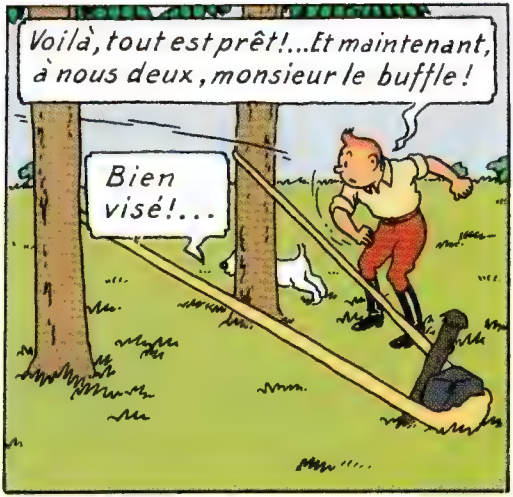
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Ph. Roy / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 19-10

Au Brésil, comment s'appelle celui qui récolte le latex ?



- le caoutchoutier
- le latexiro
- le seringueiro



Latex

Dans la forêt amazonienne, au nord du Brésil, les seringueiros récoltent le latex, la sève qui coule de l'hévéa. Après avoir été fumé et séché, le latex coagule en balles de caoutchouc.

Au Brésil, le collecteur de latex s'appelle un seringueiro

Le latex fumé dégage une odeur nauséabonde. Séché, il coagule en balles prêtes à être découpées.

Après l'apparition des premiers pneus en 1888, le caoutchouc fut une grande richesse pour le Brésil, seul pays où poussait l'hévéa. Mais vers 1913, des plants d'hévéa furent clandestinement introduits en Malaisie où de grandes plantations détrônèrent celles du Brésil. Pourtant, des seringueiros récoltent encore le latex comme autrefois en saignant les troncs des hévéas à la machette pour recueillir la sève blanche dans des coupelles.

Le latex est fumé

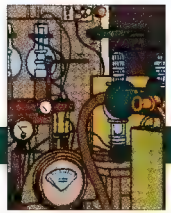
Le latex est filé, par rotation, sur un manche au-dessus d'un feu de bois. En coagulant, il forme une balle de caoutchouc grosse comme un oreiller, qui noircira avec le temps.

Extrait de l'album ***Tintin au Congo***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Edouard / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 09-05

Qu'est-ce que l'électricité ?



- une forme d'énergie
- un courant
- une onde lumineuse

Électricité

L'électricité est une forme d'énergie qui peut produire un mouvement, de la chaleur ou de la lumière.

L'électricité est une forme d'énergie

Les fils électriques sont séparés des pylônes par des isolateurs en verre ou en porcelaine qui ne laissent pas passer le courant.

La force qui fait naître l'électricité provient du déplacement d'éléments infiniment petits, les électrons, qui sont les particules de l'atome. Ces électrons en mouvement voyagent dans des conducteurs (des câbles) sous forme de courant électrique.

L'électricité ne peut être stockée

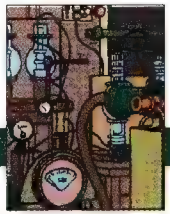
L'électricité fabriquée par les centrales est transportée dès qu'elle est produite, dans des câbles métalliques. Depuis la centrale jusqu'aux maisons, tout un réseau de lignes à haute tension reliées les unes aux autres achemine ainsi le courant jusqu'à environ 1 700 km. Le courant est très fort dans ces lignes. Avant d'arriver chez toi, il passe par un poste de transformation pour être abaissé. Un compteur enregistre la consommation.

Extrait de l'album ***L'Affaire Tournesol***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Arthus-Bertrand / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 14-05

Quelle énergie utilise-t-on dans les centrales électriques ?

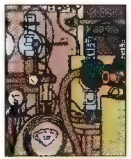


- la force des chutes d'eau, le rayonnement solaire, le vent
- la combustion du pétrole ou du charbon, l'énergie nucléaire
- toutes ces formes d'énergie

Centrales électriques

Une centrale électrique est constituée d'un ensemble d'installations permettant la fabrication d'énergie électrique à partir d'autres formes d'énergie. Il y a des centrales nucléaires, hydroélectriques, thermiques, solaires, géothermiques, marémotrices, éoliennes.

Vent, chute d'eau, combustion de charbon, de pétrole, énergie nucléaire alimentent les centrales électriques



Quand le courant électrique sort de la centrale électrique, il est à 400 000 volts ! De hauts pylones supportent les lignes à très haute tension. Les fils électriques sont séparés du pylone par des isolateurs en verre ou en porcelaine.

Le courant électrique est produit par des générateurs de courant appelés alternateurs.

Les turbines font tourner les alternateurs

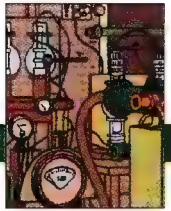
Les alternateurs sont entraînés par des turbines qui utilisent diverses formes d'énergie naturelle : accessoirement, la force du vent ou de la marée, les sources chaudes du sous-sol, les photons du rayonnement solaire, mais surtout les chutes d'eau, la fission nucléaire, la combustion de charbon, de pétrole. A la sortie de l'alternateur, un transformateur élève considérablement la tension du courant pour permettre le transport de l'électricité à grande distance.

Extrait de l'album ***Tintin au Tibet***

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo W. Geiersperger / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 88-06

Quelle est l'énergie utilisée pour l'hydroélectricité ?

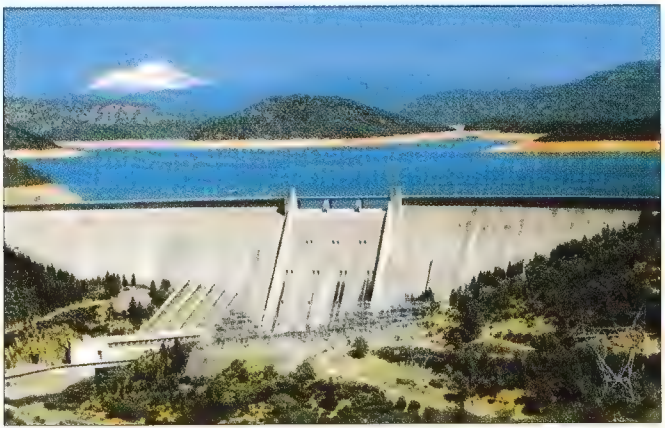


- l'eau sous pression
- la force du vent
- la chaleur du Soleil

Hydroélectricité

L'hydroélectricité est la transformation de la puissance des eaux en énergie électrique. La force de l'eau, déjà utilisée pour faire tourner les roues à aubes du moulin, devient, à la fin du XIX^e siècle, une formidable source d'énergie, avec l'invention de la turbine et de la dynamo.

1 L'eau sous pression est l'énergie utilisée pour l'hydroélectricité



En amont du barrage : le réservoir d'eau, en aval, l'usine hydroélectrique.

Les montagnes offrent de bonnes conditions pour les installations hydroélectriques : la pente permet d'installer des conduites pour capter les eaux des torrents, les vallées suspendues font des réservoirs où l'on installe des lacs artificiels, les fortes dénivellations sont utilisées pour construire les barrages.

La force des chutes

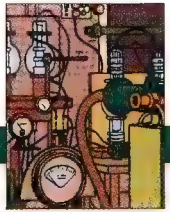
L'eau captée dans des conduites forcées arrive avec toute la pression que lui donne sa hauteur de chute au pied du barrage, entraînant de puissantes turbines : celles-ci communiquent alors l'énergie mécanique produite à des dynamos qui la transforment en courant électrique. Des survolteurs augmentent sa tension pour la transporter au loin.

Extrait de l'album *L'Oreille cassée*

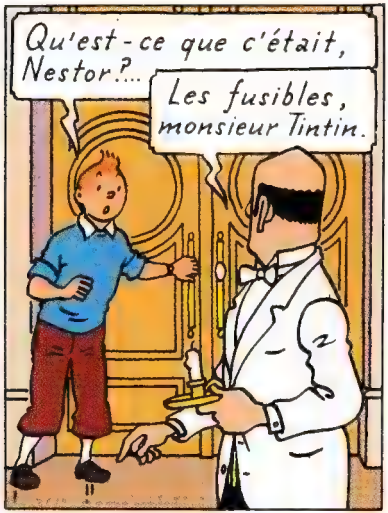
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Timmermann / Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 76-17

Comment l'électricité allume-t-elle une ampoule ?



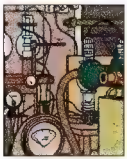
1. le courant électrique passe dans le filament de l'ampoule
2. le courant remplit l'ampoule comme l'air gonfle un ballon

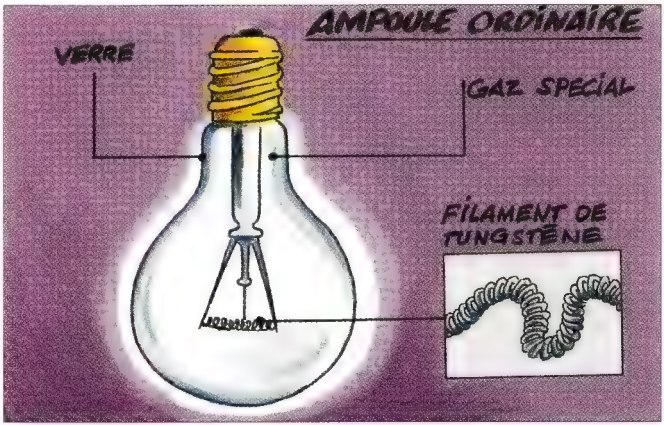


Courant électrique

L'électricité acheminée jusqu'à la maison alimente les prises de courant. Quand la prise est branchée et l'interrupteur ouvert, le courant passe dans le filament de l'ampoule qui émet de la lumière.

Le courant électrique passe dans le filament de l'ampoule et l'allume





Si on met une ampoule de 110 volts sur du courant de 220 volts, elle grillera immédiatement.

L'ampoule électrique comprend un fil conducteur de tungstène enroulé en spirale et enfermé dans une enveloppe en verre.

La chaleur engendre de la lumière

Le passage de l'électricité chauffe le filament à environ 2 500° C. Le tungstène a été choisi car il ne fond pas à cette température.

Il n'y a pas d'air dans les ampoules

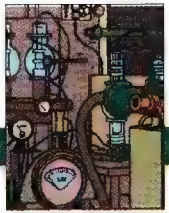
Pour empêcher le métal de réagir avec l'oxygène de l'air, ce qui détruirait le filament, l'air de l'ampoule a été pompé et parfois remplacé par un gaz inerte, tel que l'argon. La puissance se mesure en watts : une ampoule de 60 watts éclaire la lampe de chevet. Les volts mesurent la tension du courant électrique.

Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 08-14

A quoi sert un disjoncteur ?

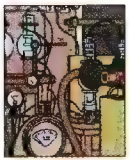


- à couper le courant électrique préventivement, en cas d'orage
- à couper automatiquement le courant électrique en cas de surcharge

Disjoncteur

Un disjoncteur est un appareil mécanique destiné à établir et à supporter un courant électrique dans les conditions normales de fonctionnement et à le couper en cas d'anomalies.

Un disjoncteur sert à couper le courant automatiquement en cas de surcharge



Il y a des disjoncteurs dans chaque maison ou appartement, dans les installations de distribution, dans les centrales. Si la foudre s'abat sur une ligne à haute tension, un disjoncteur isole cette ligne du reste du réseau.

Quand la ligne électrique arrive dans la maison, elle passe d'abord par le compteur qui mesure la consommation d'électricité : le réfrigérateur marche, la télévision est allumée, la petite roue tourne.

Du disjoncteur partent les fils de distribution

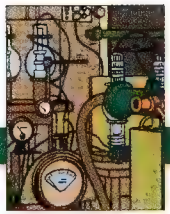
Ensuite, le courant passe par le disjoncteur. Il coupe automatiquement le courant en cas de problème (surtension, par exemple). On peut aussi couper le courant en appuyant sur le bouton rouge du disjoncteur, le temps d'une réparation. Le disjoncteur est relié au tableau électrique d'où partent les fils des différents circuits alimentant lampes, prises... Chaque fil est protégé par un fusible qui fond et coupe le courant si la tension est trop importante.

Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*

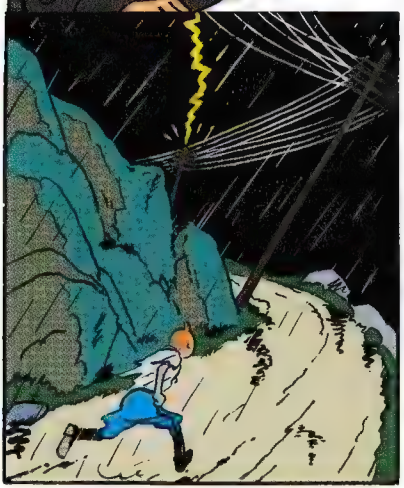
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo N. Medina / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

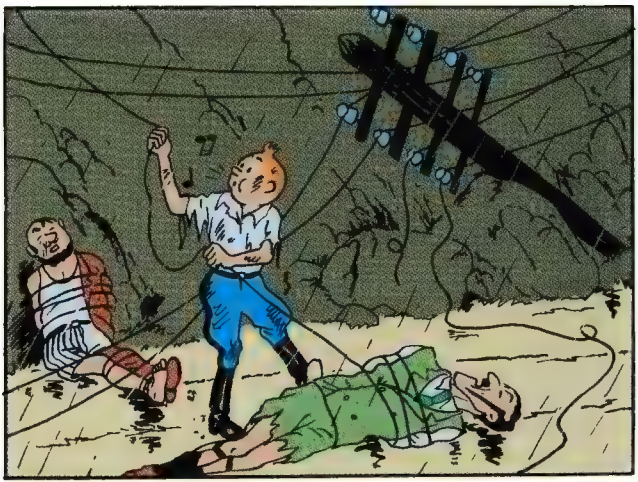
Imprimé en CEE
D2 491 88-05

Comment le courant électrique est-il acheminé au loin ?



a. par des câbles de haute tension
b. par des câbles de basse tension
c. par des câbles de tension continue

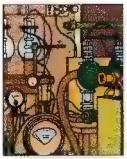




Haute tension

Les lignes électriques, des câbles soutenus par des pylônes servent au transport de l'électricité. De la centrale électrique aux consommateurs, converge tout un système de lignes à haute et moyenne tensions.

1 Le courant électrique est acheminé au loin par des câbles de haute tension



Avant d'être distribué aux usagers, le courant passe par des transformateurs qui le convertissent en moyenne puis basse tension (110 ou 220 volts).

Dans une ligne électrique, l'un des conducteurs est plus chargé en électricité que l'autre : l'écart constitue la tension, que l'on mesure en volts.

Distribution

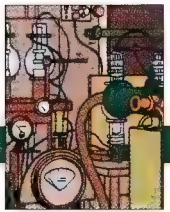
Le transport de l'électricité se fait avec d'autant moins de perte que la tension est élevée. C'est pourquoi on voit, à la sortie des centrales électriques ces grands pylônes qui acheminent l'électricité au loin, jusqu'à environ 1700 km de distance. La haute tension est évidemment dangereuse. On place souvent sur les fils tendus entre les pylônes des boules afin de signaler le danger aux aviateurs volant à basse altitude. La grue en fibre de verre, matière isolante, protège les ouvriers des risques d'électrocution.

Extrait de l'album *L'Oreille cassée*

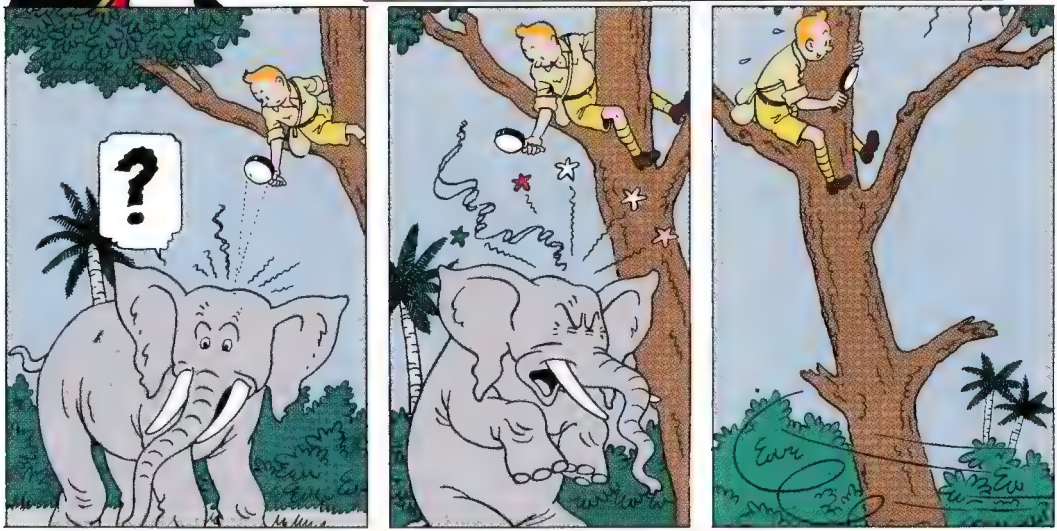
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-11

L'homme peut-il utiliser l'énergie du Soleil ?



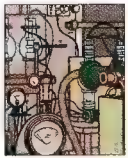
- oui, à condition de capter ses rayons
- non : l'énergie solaire ne peut être stockée
- non : la chaleur n'entraîne pas d'énergie



Énergie solaire

Toute l'énergie disponible sur Terre vient du Soleil : il y entretient les conditions de température et de luminosité indispensables à la vie végétale et animale. Cette énergie peut aussi être utilisée directement par l'homme.

1 Oui, l'homme peut utiliser l'énergie du Soleil, en captant ses rayons



Les particuliers peuvent aussi installer des insolateurs, sortes de radiateurs sous verre, sur le toit de leur maison.

De gigantesques centrales captent les rayons du Soleil ; par un jeu de miroirs juxtaposés, tous les rayons sont captés, renvoyés et s'accumulent au centre d'un immense four. Là, la chaleur est très forte et peut être transformée en énergie pour chauffer les maisons, faire tourner les usines. L'énergie solaire est surtout compétitive dans les régions ensoleillées.

Depuis l'espace

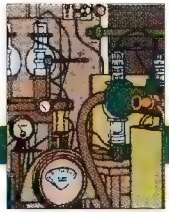
L'énergie solaire peut aussi parvenir à la Terre par l'intermédiaire de satellites : une centrale spatiale munie de capteurs immenses (de 50 à 100 km^2) transmet l'énergie électrique à une antenne de réception sous forme de micro-ondes.

Extrait de l'album ***Tintin au Congo***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo N. Thibault / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 15 19

Avec quel métal produit-on de l'énergie nucléaire ?



- l'uranium
- le magnésium
- le gallium

Énergie nucléaire

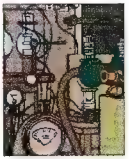
L'énergie nucléaire est produite à partir d'un métal gris et dur, l'uranium, qui se trouve dans certaines roches ou minéraux, comme le pechblende.

L'uranium présente une particularité intéressante appelée radioactivité : il se casse tout seul en produisant de la chaleur.

Les centrales nucléaires

Dans le réacteur des centrales nucléaires, on provoque cette cassure ou fission qui produit de la chaleur. Cette chaleur sert à vaporiser de l'eau, la vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur produisant de l'énergie électrique. Les partisans des centrales nucléaires insistent sur le prix moins élevé de ce type d'énergie et sur la nécessité de disposer d'une source d'énergie de remplacement avant l'épuisement des réserves d'hydrocarbures. Les adversaires répondent qu'une installation n'est jamais sûre à 100 % et que les risques de radioactivité dus au rejet des déchets sont réels.

L'énergie nucléaire est produite à partir de l'uranium



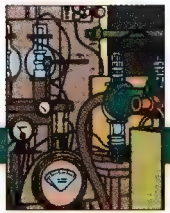
Sans le nucléaire, il y aurait, en France, une pénurie d'énergie car les autres sources ne peuvent couvrir tous les besoins, à moins d'importations massives. Les risques ne sont cependant pas négligeables.

Extrait de l'album ***Objectif Lune***

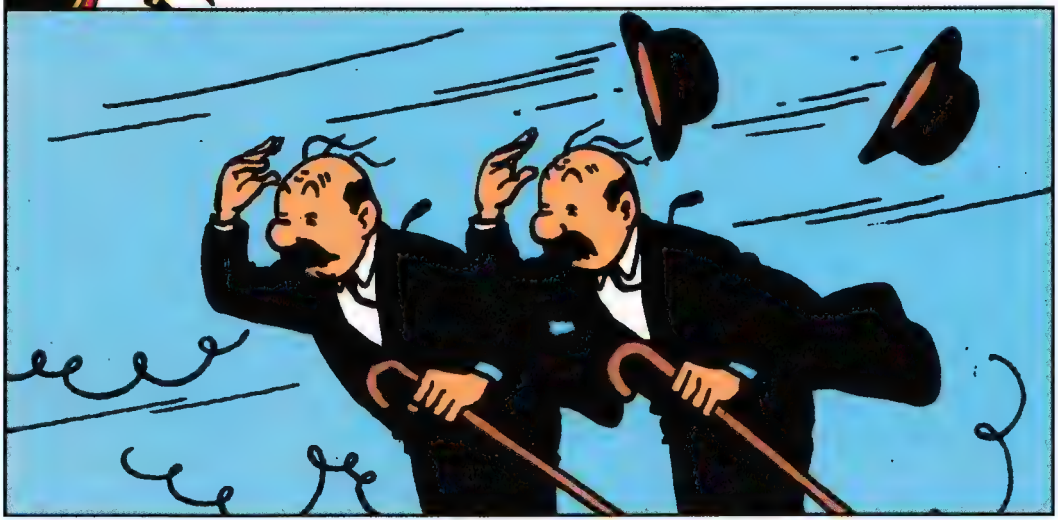
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Jean Paul / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 78-04

Qu'est-ce que l'énergie éolienne ?



1. l'énergie fournie par le Soleil
2. l'énergie récupérée à la sortie d'un ventilateur
3. l'énergie fournie par le vent



Énergie éolienne

L'énergie éolienne est une des plus anciennes ressources énergétiques utilisées par l'homme. Les Perses, 200 ans avant notre ère, utilisaient des éoliennes pour entraîner des moulins à grain.

L'énergie éolienne est fournie par le vent

Les régions les plus favorables à l'implantation de grandes éoliennes sont les régions côtières, les grandes steppes, où des vents soutenus soufflent régulièrement.

Une éolienne est composée d'un système d'ailes, ou pales tournantes, qui convertissent l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique pour entraîner une machine (une pompe, par exemple) ou un alternateur électrique.

Une efficacité relative

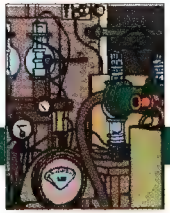
L'énergie cinétique du vent a pour origine l'énergie solaire reçue par la Terre. Elle est donc fabuleusement considérable en théorie. Mais, en pratique, 10 % seulement de cette énergie est récupérable près du sol. Les contraintes d'exploitation sont énormes, nécessitant d'immenses installations qui ne peuvent être rentables qu'avec des vents moyens ou forts et on n'a pas encore trouvé le moyen de régulariser convenablement l'énergie fournie par des machines puissantes.

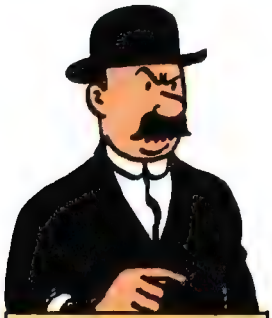
Extrait de l'album *L'Ile Noire*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 43-03

D'où provient le gaz domestique ?

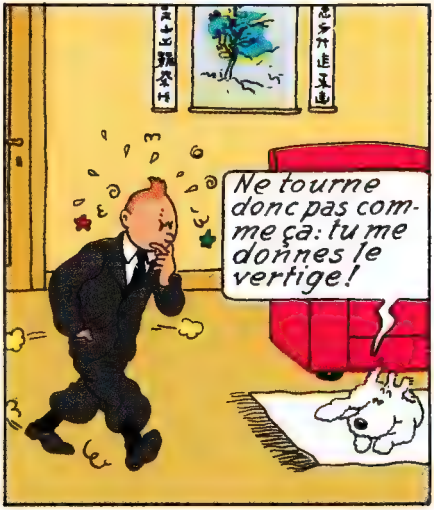




- de gisements souterrains
- de la distillation du charbon
- de centrales hydroélectriques

IMPRUDENCE

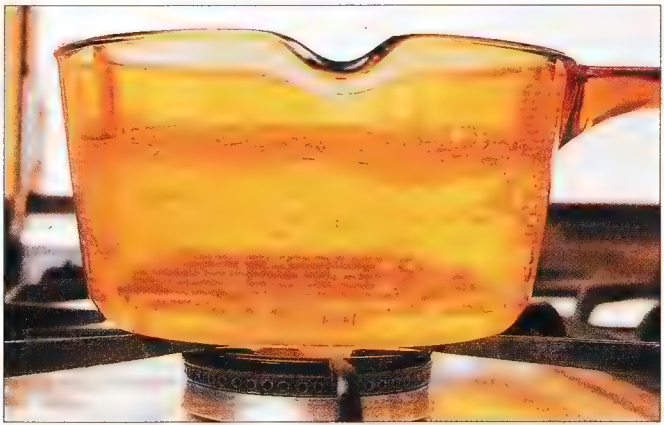
Ce matin, des locataires de l'immeuble sis 21, rue de Londres, ayant senti une forte odeur de gaz qui semblait provenir de la chambre occupée par M. Balthazar, peintre-sculpteur, prévinrent la police. Celle-ci fit ouvrir la porte et découvrit l'artiste inanimé sur son lit : la mort avait fait son œuvre. On a constaté que la victime avait oublié de fermer le robinet de son réchaud à gaz. Détail curieux son perroquet ne paraissait pas avoir souffert des émanations. M. Balthazar avait à maintes reprises attiré l'attention de la critique par une série de statuettes en bois dont la technique toute particulière évoquait la sculpture exotique.



Gaz domestique

Le gaz domestique provient du gaz naturel. C'est la partie la moins dense du pétrole brut, mais il existe souvent non associé au pétrole. Le gaz est extrait par forage et raffiné en usine.

Le gaz domestique provient de gisements souterrains



Le gaz domestique utilisé comme combustible pour la cuisson a une odeur caractéristique, volontairement injectée dans le gaz traité en usine. Cela permet de détecter rapidement une fuite.

Le gaz naturel est piégé dans des réservoirs de roches poreuses souterraines des bassins sédimentaires.

Extraction, raffinage, transport et stockage

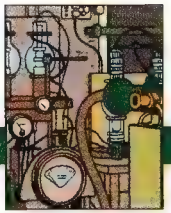
Il est surtout composé de méthane, mais contient aussi des impuretés et des hydrocarbures lourds dont il faut se débarasser avant son utilisation. Le gaz obtenu est alors du méthane presque pur. Du puits à la raffinerie, le gaz est acheminé sous pression dans des canalisations (gazoducs). Il peut aussi être liquéfié et transporté par mer dans des navires spéciaux, les méthaniers. Le gaz épuré et liquéfié est stocké dans des réservoirs réfrigérés, avant d'être distribué aux usagers par des canalisations plus petites.

Extrait de l'album *L'Oreille cassée*

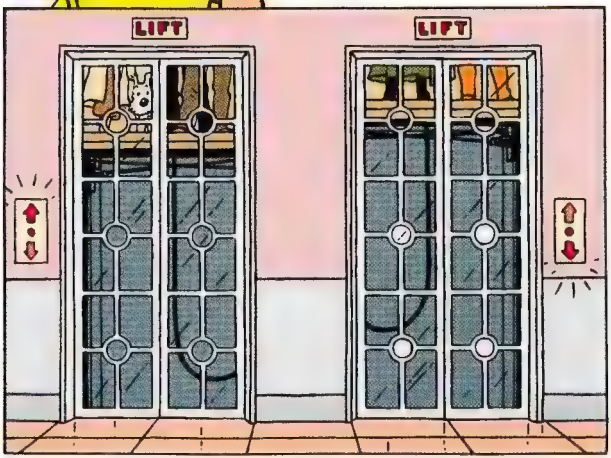
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J. Thomas / Jerrican
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

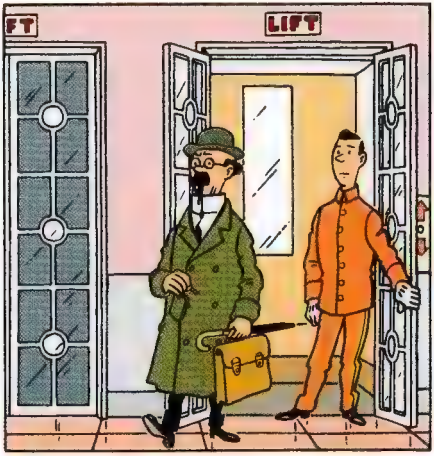
Imprimé en CEE
D2 491 88-04

Comment fonctionne un ascenseur ?



- un moteur électrique hisse la cabine le long d'un rail muni de crans
- un moteur électrique enroule autour d'une poulie un câble muni d'un contrepoids

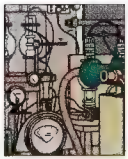


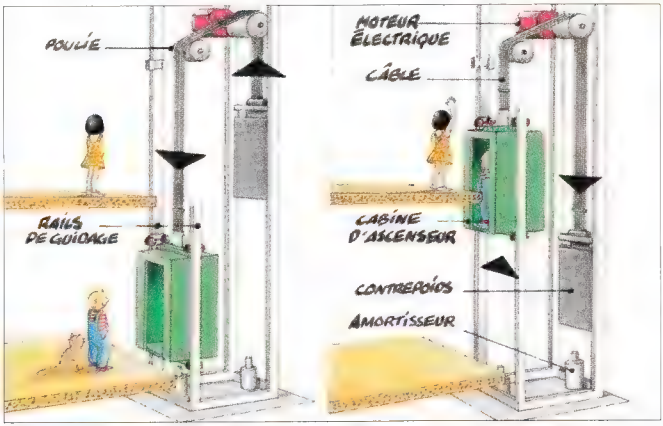


Ascenseur

L'ascenseur travaille comme l'ouvrier qui remonte un seau d'un puits. Il enroule autour d'une poulie un câble très fort et la charge s'élève.

2 L'ascenseur fonctionne grâce à un moteur électrique qui enroule autour d'une poulie un câble muni d'un contrepoids





Le contrepoids est calculé pour équilibrer le poids de la cabine plus celui d'un certain nombre de personnes.

Un système de contrepoids

Un gros contrepoids composé de plusieurs éléments de métal coulisse entre deux rails verticaux de guidage de la cabine. Quand la cage de l'ascenseur est au sommet, le contrepoids est au sol. Quand le contrepoids est au sommet, la cage est en bas. Et si la cage s'arrête à un palier intermédiaire, le contrepoids lui aussi s'arrête à mi-course.

Le contrepoids équilibre le poids de la cabine

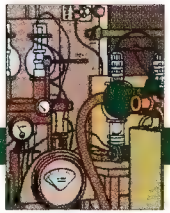
La montée de la cage freine la chute du contrepoids et vice versa. Évidemment, il y a autant de boutons que d'étages. Si tu as appuyé sur le bouton n° 3, le courant ne passera pas dans les fils au-delà du troisième étage et le moteur s'arrêtera de fonctionner.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCI. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 02-09

Dans quel pays fut fabriqué le premier aspirateur électrique ?



1. en France
2. aux États-Unis
3. en Grande-Bretagne

Aspirateur

Le premier aspirateur électrique fut commercialisé aux États-Unis, en 1908, sous la marque Hoover. Aujourd'hui, l'aspirateur est pris dans la course à la puissance.

Le premier aspirateur électrique fut fabriqué aux États-Unis

Avec les aspirateurs, le ménage est plus facile dans les appartements très souvent recouverts de moquette.

Auparavant, les ménagères utilisaient un balai mécanique muni d'une brosse cylindrique qui décollait et projetait la poussière dans une boîte. On donne souvent à cet appareil le nom de son inventeur : Bissel.

Comment marche un aspirateur électrique

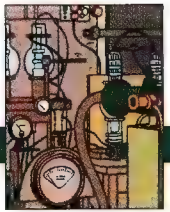
Dans un aspirateur-batteur, tenu verticalement, un moteur entraîne des brosses en spirales qui décollent la poussière qu'une turbine envoie dans un sac jetable. Un aspirateur traîneau travaille par aspiration. Un moteur électrique actionne une turbine qui pompe l'air extérieur, attiré dans la bouche d'aspiration puis dans le tuyau, entraînant la poussière. Avant d'être évacué à l'arrière de l'aspirateur, l'air chargé de déchets passe dans un sac qui les filtre.

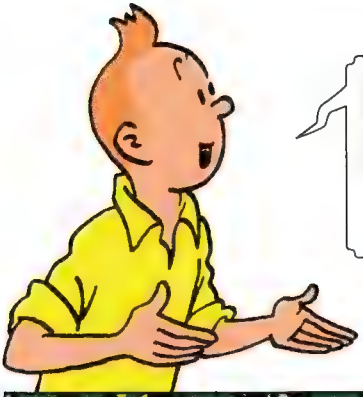
Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Belly / Diaf
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

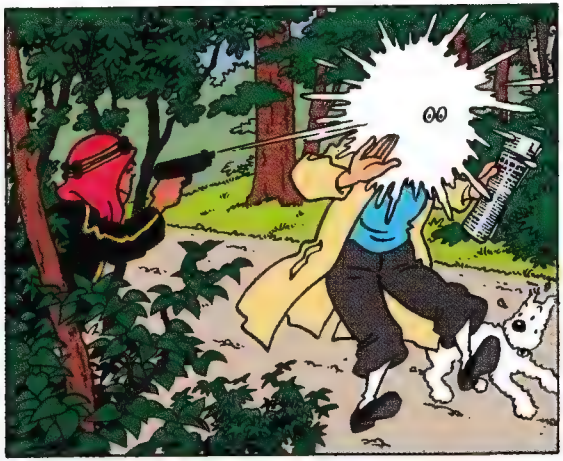
Imprimé en CEE
D2 49148- 17

Comment marche un pistolet à eau ?





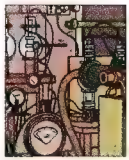
- grâce à la pression de l'eau
- grâce à la pression de l'air

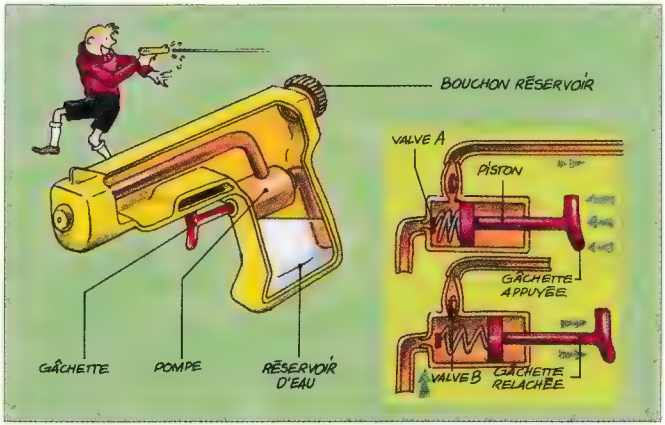


Pression

La pression de l'eau permet de projeter très loin un jet comme le montre le pistolet à eau, une astucieuse pompe aspirante et refoulante.

C'est la pression de l'eau qui fait marcher un pistolet à eau





Pistolet chargé d'eau. A : gâchette pressée B : gâchette relâchée.

La crosse du pistolet sert de réservoir. Un tuyau souple relie ce réservoir à une pompe dont le piston est manipulé par la gâchette.

En appuyant sur la gâchette

Quand on appuie sur la gâchette, on repousse un ressort qui, grâce à une valve, ferme l'accès du réservoir. L'eau qui était dans la pompe est refoulée vers la sortie du canon.

En relâchant la gâchette

Quand on relâche la gâchette, la valve retombe et coupe l'accès de la pompe au canon. Mais l'eau du réservoir remonte vers la pompe, prête pour un prochain jet.

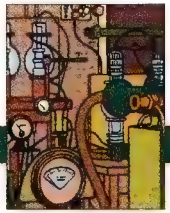
Plus la sortie est étroite, plus le jet va loin : la même quantité d'eau est soumise à une pression plus grande si elle est contenue dans un plus petit volume.

Extrait de l'album ***Coke en stock***

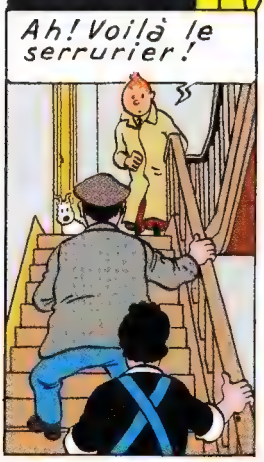
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 07-12

Comment une clé ouvre-t-elle une serrure ?



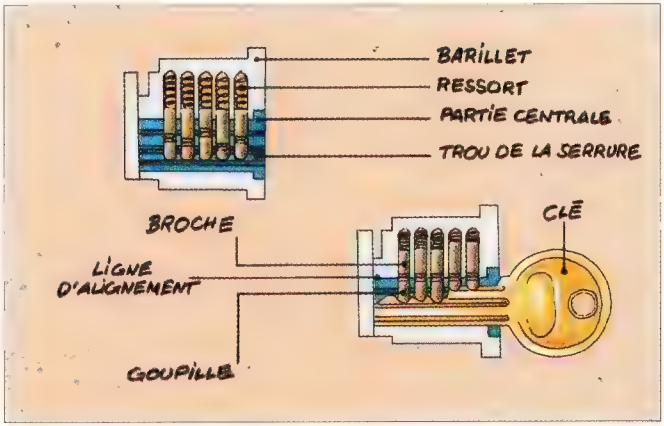
1. la clé fait tourner des verrous dans la serrure
2. les encoches de la clé alignent des broches à ressort dans la serrure



Serrure

Quand tu fais tourner une clé dans une serrure, ses encoches agissent comme des cales : elles repoussent des broches à ressort situées dans le barillet et libèrent le verrou.

2 Pour qu'une clé ouvre une serrure, il faut que ses encoches alignent des broches à ressort



Coupe de la serrure en position fermée (en haut) et ouverte (en bas).

Regarde le schéma : en haut, les ressorts appuient sur les broches, poussent les goupilles dans la partie centrale et bloquent la serrure.

Clé insérée

Quand on introduit la clé, ses encoches repoussent les broches qui sont maintenues dans un alignement ; cela permet à la partie centrale de tourner dans le barillet en même temps que la clé dans la serrure.

Porte ouverte

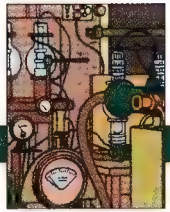
Cette rotation fait pivoter le verrou qui bloquait la pièce métallique fermant la porte (le pêne). La clé peut alors être retirée. Une serrure ne fonctionne qu'avec la clé qui correspond à l'agencement de ses goupilles à gorge.

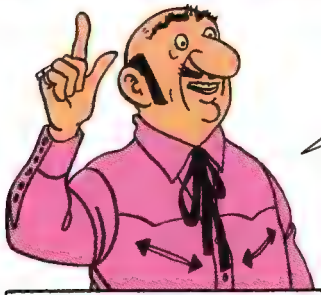
Extrait de l'album *Le Secret de La Licorne*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 08-15

Quand fut inventé l'ouvre-boîtes ?



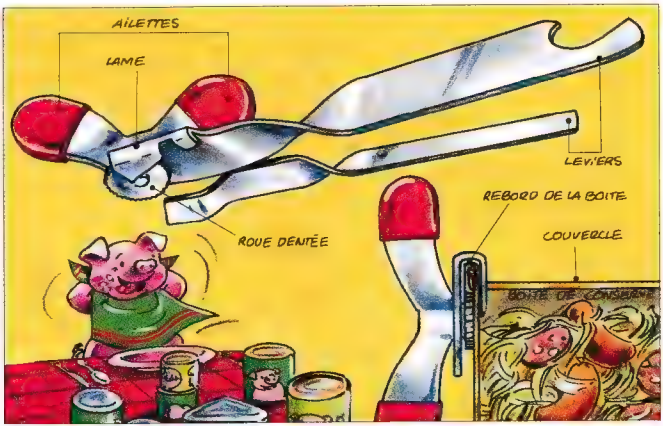


- vers 1800
- vers 1930
- vers 1960

Ouvre-boîtes

Les conserves furent inventées au début du XIX^e siècle et furent bientôt conditionnées dans des boîtes en fer blanc. Les ouvrir demeura un problème jusqu'à l'apparition de l'ouvre-boîtes, en 1930.

L'ouvre-boîtes fut inventé vers 1930



L'ouvre-boîtes que nous utilisons aujourd'hui ne fut inventé qu'en 1930, plus d'un siècle après l'apparition de la boîte de conserve !

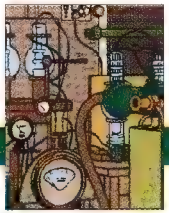
Un ouvre-boîtes est muni d'une lame ou d'une molette qui taille dans le couvercle. Pour que la lame progresse de façon régulière dans le métal, il faut appuyer plutôt que soulever, comme une scie qui pénètre dans du bois. Par la seule force de la main, on n'y arrive pas. En revanche, avec un levier, la force est amplifiée, ce qui rend l'opération possible.

Le principe du levier

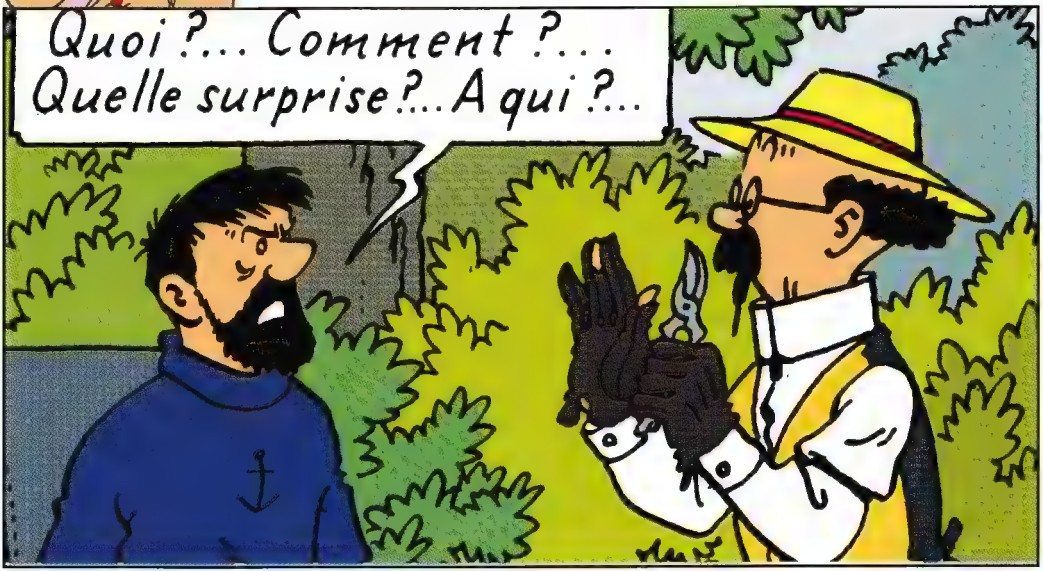
Après avoir écarté les 2 branches du levier et introduit la roue dentée sous le rebord du couvercle, on referme les deux pinces du levier : la roue se coince sous ce rebord et la lame s'enfonce. Après quoi, on tourne les ailettes. La roue dentée court le long de la couronne de métal à l'extérieur et la lame en fait autant à l'intérieur.

Extrait de l'album *Coke en stock*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 64-19

Comment appelle-t-on les ciseaux du jardinier ?



- une binette
- une herminette
- un sécateur



Ciseaux

Les ciseaux sont composés de deux lames d'acier placées en X. L'effet tranchant est créé près des anneaux, par le rapprochement des 2 lames. De nombreux corps de métier utilisent des ciseaux adaptés à la matière à découper ou aux gestes requis.

Le jardinier se sert d'un sécateur en guise de ciseaux

Les lames des ciseaux varient à l'infini. Elles travaillent en opposition pour couper l'objet placé entre elles. Les sécateurs sont des ciseaux aux lames courbes, puissantes, indispensables au jardin.

Le chirurgien utilise des ciseaux coudés : les lames font un angle avec les branches. La manucure se sert de ciseaux aux bouts pointus et légèrement recourbés. Pour couper des matières dures comme le carton ou des métaux, les ferblantiers, les tôliers, les zingueurs utilisent des cisailles. Les grosses cisailles sont équipées de moteur électrique.

Le ciseau

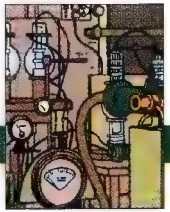
Ce qu'on appelle le ciseau est une barre d'acier aiguisée en biseau que l'on frappe à petits coups secs avec un maillet pour travailler le bois, la pierre, le métal. Le ciseau de graveur sur acier, taillé en pointe, est appelé burin.

Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D. Clément / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 79-13

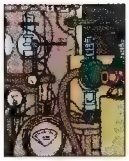
Quelle est la source d'électricité d'une lampe de poche ?



Lampe de poche

La lampe de poche ou la torche électrique rendent bien des services. Ces appareils d'éclairage autonomes ont un circuit électrique des plus simples.

La pile est la source d'énergie d'une lampe de poche



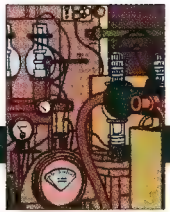
On fabrique aujourd'hui des lampes torches à tête tournable qui permettent de régler l'intensité de la lumière.

Une lampe de poche est constituée d'un boîtier plat ou cylindrique muni d'un interrupteur, d'une douille, d'une ampoule et d'une pile. Les 2 languettes de la pile s'appellent les bornes ; la lampe en possède deux : le culot et le plot.

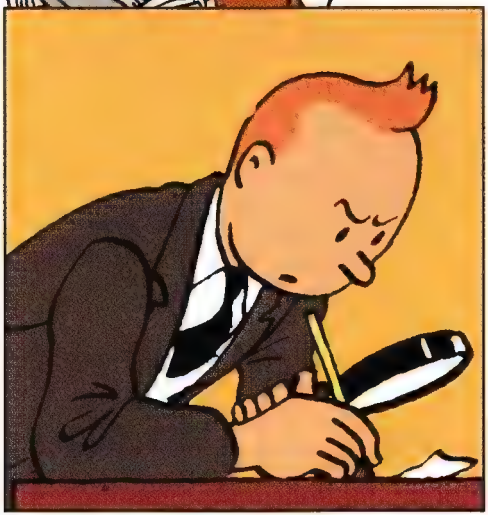
Comment fonctionne-t-elle ?
En actionnant l'interrupteur, tu mets en contact les bornes de la pile avec celles de la lampe : le circuit électrique est alors établi, le courant sort d'une languette de la pile, entre dans la lampe par une borne, traverse le filament, sort de la lampe par l'autre borne et revient à la pile par l'autre languette. Pour que ta lampe soit toujours prête à fonctionner, veille à ne pas y laisser une pile déchargée et conserve-la dans un endroit à l'abri de l'humidité.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 82-04

Qui mit au point le premier stylo à encre ?



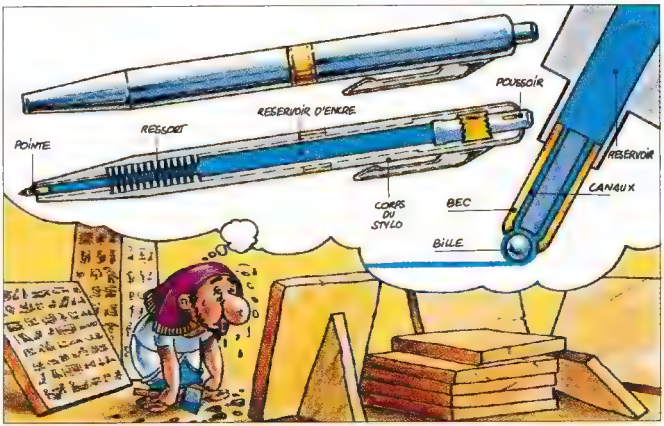
- l'Américain Lewis E. Waterman
- la société française Reynolds
- le journaliste hongrois Laszlo Biro



Stylo

Jusqu'au début du XX^e siècle, les écoliers écrivaient avec une plume qu'ils trempaient dans un encrier. S'il existait bien déjà des porte-plumes à réservoir d'encre, le véritable stylo à encre ne fut breveté qu'en 1884.

L'Américain Lewis E. Waterman mit au point le premier stylo à encre



Les premiers stylos à bille apparurent vers 1943. C'est le journaliste hongrois Laszlo Biro qui résolut le problème de l'encre, celle-ci devant être relativement visqueuse et à séchage rapide.

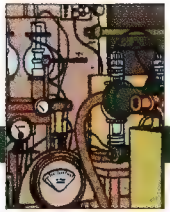
L'inventeur, Lewis E. Waterman ne fit en fait qu'améliorer le système d'écoulement du réservoir d'encre. La cartouche d'encre, elle, n'apparut qu'en 1935.

Stylo à bille

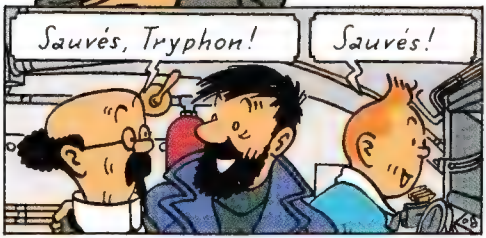
A la fin du XIX^e siècle, différents brevets furent déposés pour des systèmes utilisant le principe de la bille. Le réservoir du stylo-bille, empli d'une encre en pâte, se prolonge par un «bec» creusé de petits canaux très fins. Au bout du bec, une petite bille en tungstène fait office de plume. Quand on tient le stylo-bille en bas, la pâte s'écoule par les canaux, enduit la bille qui court sur le papier. Tout en courant, elle tourne dans son logement, de manière à être toujours enduite d'encre.

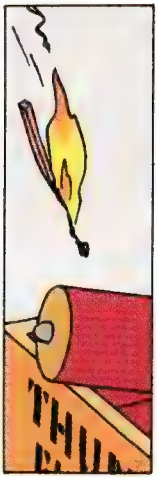
Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 64-17

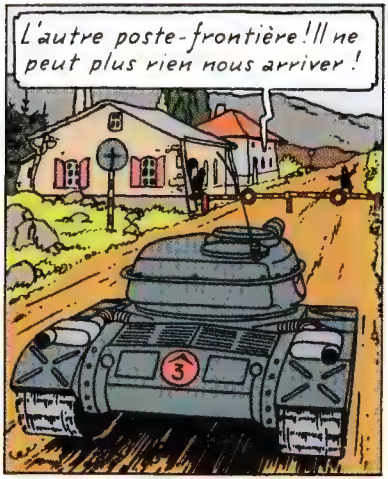
Comment s'enflamme une allumette ?



- il suffit de la gratter sur un support rugueux
- elle ne s'enflamme que sur un frottoir composé de phosphore et de colle



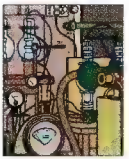




Allumette

Les allumettes actuelles ne s'enflamment que sur un support spécial, composé d'un mélange de phosphore et de colle.

Une allumette ne s'enflamme que sur un support composé de phosphore et de colle



Autrefois, le phosphore était déposé sur le bouton de l'allumette ; mais, ce produit étant nocif, on décida de le déposer seulement sur le grattoir. Dans les boîtes d'allumettes, c'est donc le grattoir qui est modérément toxique.

Un monopole

En France, ces allumettes, dites de sûreté, sont fabriquées et vendues exclusivement par un organisme d'état : la SEITA.

La tige

Les tiges d'allumettes sont obtenues à partir de fines plaques de bois de peuplier, passées sous un hachoir. L'extrémité des tiges est d'abord paraffinée, la paraffine communiquant la flamme au bois.

Le bouton

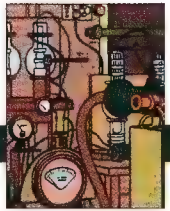
L'allumette est ensuite enduite d'un bouton au mélange complexe : il comporte six produits savamment dosés ; entre autres, du chlorate de potassium, de la colle gélatine, du verre en poudre, ce dernier donnant au bouton la rugosité nécessaire pour enflammer l'alumette sur le grattoir.

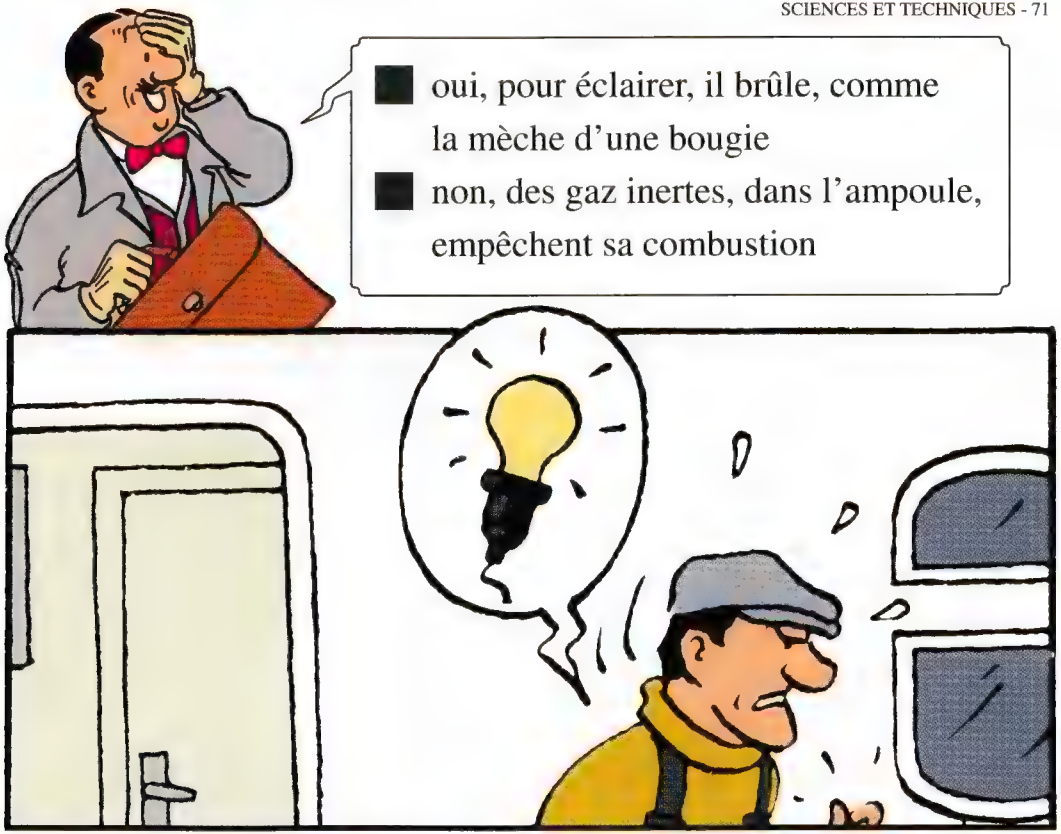
Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Ph de Roy / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 11-10

Le filament qui brille dans l'ampoule électrique brûle-t-il ?

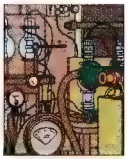


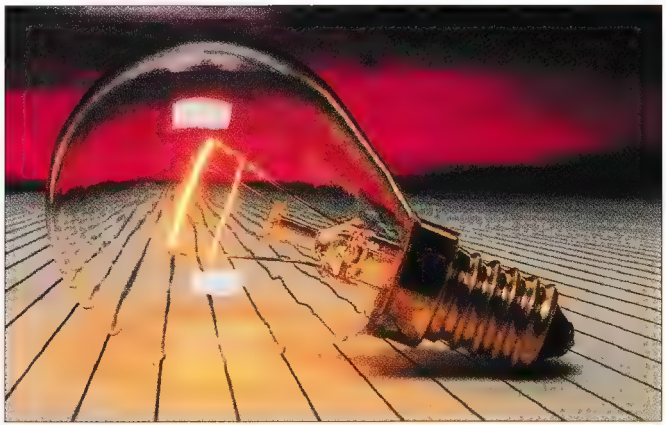


Ampoule électrique

La «fée électricité» nous fournit une lumière bien plus puissante que celle des chandelles, presque aussi claire et agréable que celle du jour.

Le filament de l'ampoule électrique ne brûle pas grâce aux gaz inertes contenus dans celle-ci





Le courant rejoint, par un fil, un bout du filament et repart par l'autre fil.

Dans une chandelle, la mèche brûle en dégageant une flamme qui nous éclaire. Dans l'ampoule électrique, la mèche est remplacée par un filament qui brille vivement et qui ne brûle pas. Ce filament est traversé par le courant. Il reçoit le courant du fil + et le restitue au fil –. Cet échange se fait à l'intérieur d'une ampoule hermétiquement fermée et remplie de gaz inertes qui empêchent la combustion du filament : lorsque celui-ci brille et devient très chaud, il reste entier.

Le courant passe

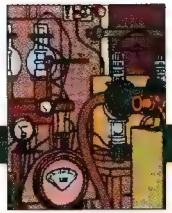
Quand on ouvre l'interrupteur, le courant parvient aux 2 petites pièces métalliques serties dans la douille. Celles-ci touchent les 2 plots métalliques de l'ampoule : le courant passe et rejoint, par un fil, une extrémité du filament.

Extrait de l'album ***Tintin au pays de l'or noir***

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Kosel-Schuster / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 64-18

Quel est le rôle du quartz dans les horloges électroniques ?



- le quartz apporte l'énergie
- il produit un courant électrique
- il vibre, faisant office de balancier

Horloge

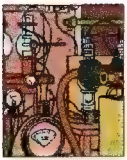
Dans les horloges modernes, il n'y a plus de balancier, de roues ni de ressort, mais des circuits électroniques et un cristal : le quartz.

Les horloges modernes ne comptent plus en secondes, mais en dizaines ou en centaines de milliers de seconde. Une telle fréquence ne peut être due au déplacement de pièces mécaniques mais à un minéral : le quartz.

La précision du cristal

Si on applique au quartz un courant électrique de fréquence appropriée, il se met à vibrer très très vite. Dans une horloge à quartz, l'énergie est apportée par une pile. Les «rouages» sont des circuits électroniques et le quartz fait office de balancier. Le courant de la pile est transmis au quartz par un circuit qui déclenche et entretient les vibrations. Un autre circuit compte la fréquence d'oscillations du quartz, un autre la divise pour que, de 60 000 vibrations, par exemple, on puisse passer à 1 par seconde, ce qui est plus à notre portée.

Dans une horloge électronique, le quartz vibre, faisant office de balancier



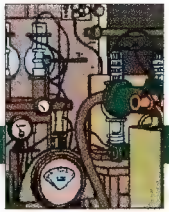
Dans les horloges ou les montres à quartz, l'affichage de l'heure se fait soit par des aiguilles qui sont entraînées par un minuscule moteur, soit sous forme de chiffres, les aiguilles étant alors remplacées par des cristaux liquides.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

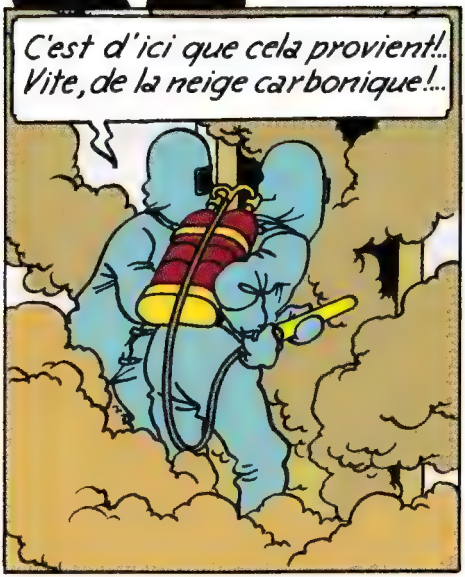
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Kermani / Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

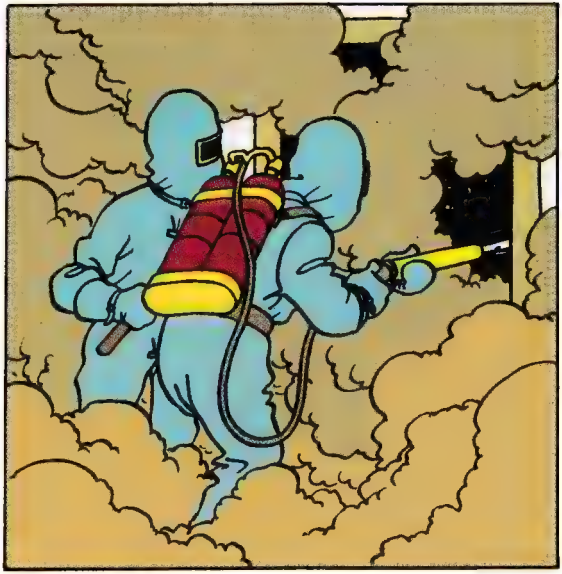
Imprimé en CEE
D2 491 76-15

Comment s'appelle l'appareil destiné à éteindre le feu ?



- un extendeur
- un extracteur
- un extincteur

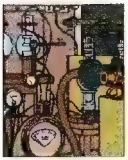




Extincteur

Le premier extincteur fonctionnant à base de produits chimiques, et non plus d'eau, fut inventé en 1866. Aujourd'hui, ces appareils de sécurité, destinés à combattre le feu dès son éclosion, sont très divers par leur taille et par la nature des produits extincteurs.

Un extincteur est un appareil destiné à éteindre le feu



Eau, mousse, poudre, neige carbonique..., le choix du produit extincteur dépend de la nature du combustible. Dans les forêts, les pompiers utilisent des canons à eau très puissants.

Il existe des petits extincteurs portatifs pour automobilistes, des extincteurs portables, comme il y en a dans les maisons, et des extincteurs fixes.

Déclenchement automatique

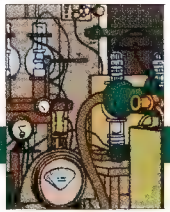
Les extincteurs fixes sont munis de détecteurs : lorsque ceux-ci décèlent une élévation anormale de la température, une impulsion électrique déclenche un avertisseur sonore et l'ouverture des réservoirs : ceux-ci ne laissent échapper le produit extincteur qu'au bout d'un certain temps, l'avertisseur sonore et les vannes des réservoirs étant connectés avec un retardateur, qui permet d'évacuer le lieu.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Mura / Jerrican
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 82-05

Qu'est-ce qui fait fonctionner une sonnette électrique ?

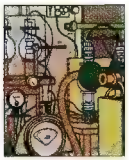


- un microprocesseur
- un électro-aimant
- un disque enregistreur

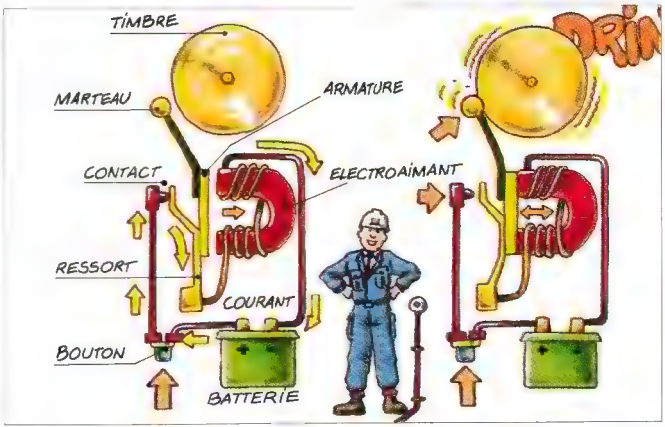
Sonnette

La sonnette est un exemple de l'utilisation du magnétisme pour produire un son par simple vibration.

Une sonnette électrique fonctionne grâce à un électro-aimant



Dans une sonnette, le champ magnétique créé par un électro-aimant varie rapidement de façon à faire heurter le timbre par le marteau.



Les contacts s'ouvrent et se ferment, interrompant ainsi le courant vers l'électro-aimant.

Le contact s'ouvre et se ferme

Quand on appuie sur le bouton, le courant produit par une batterie excite l'aimant, qui attire une armature faisant ressort et, avec elle, le marteau. Le circuit est alors coupé, et l'électro-aimant cesse de fonctionner. L'armature revient à sa position d'équilibre, et cela recommence tant que le bouton reste appuyé.

Électro-aimants

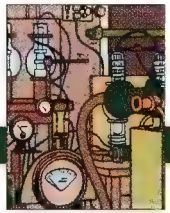
Nombre de machines contiennent des électro-aimants : les signalisateurs antivols, les avertisseurs de voitures, les haut-parleurs, les téléphones, les lecteurs de disques laser, les magnétoscopes…

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 14-01

Comment fonctionne un tire-bouchon ?

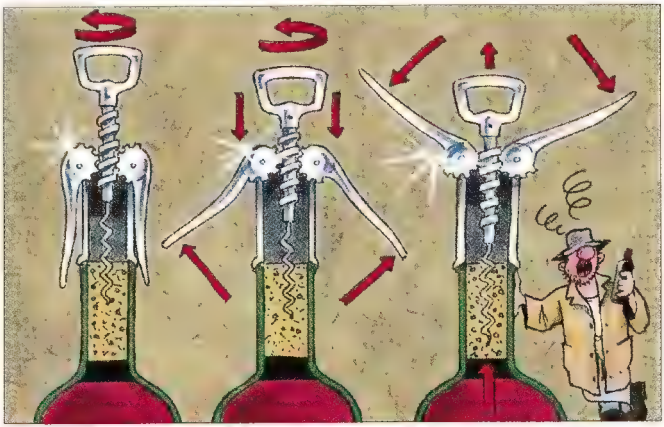


- comme un ressort comprimé
- comme une vis
- comme une poulie

Tire-bouchon

Le tire-bouchon est l'une des utilisations du principe de fonctionnement de la vis.

Un tire-bouchon fonctionne comme une vis



Le tire-bouchon met en action le principe de la vis.

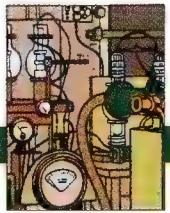
La vis est une forme déguisée de plan incliné : un plan enroulé autour d'un cylindre. Les plans inclinés permettent de développer une plus grande force : tu peux en faire l'expérience toi-même en enfonçant un bout de bois dans la terre. Si tu appuies dessus, tu n'y arriveras pas. En revanche, si tu fais tourner le bout de bois, il creusera le sol beaucoup plus facilement : il tournera de nombreuses fois pour n'avancer que très peu, mais avec plus de force.

L'effort tournant augmente la force

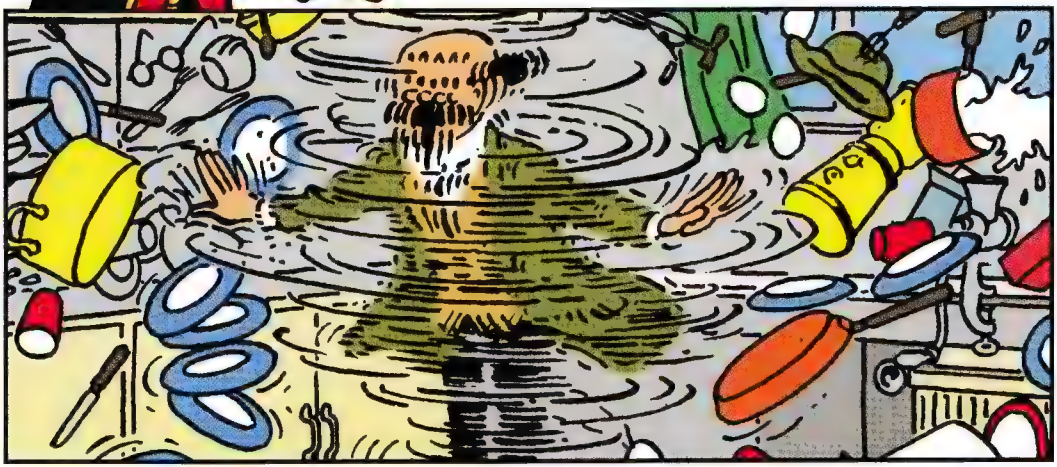
Le tire-bouchon fonctionne comme une vis à bois, mais il est formé d'une hélice de métal qui empêche le bouchon de se casser quand on tire. Le manche augmente la force de rotation imprimée à la vis et fournit une bonne prise. Certains tire-bouchons sont munis de bras avec un système d'engrenage qui permet de retirer le bouchon sans effort une fois la vis enfoncée.

Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 48-18

Pourquoi une toupie finit-elle toujours par vaciller ?



1. parce que la friction exercée lors du mouvement de rotation la ralentit
2. parce que son axe de rotation se déplace vers l'extérieur



Toupie

Quoi de plus simple qu'une toupie ? Ce petit jouet en forme de poire qu'on fait tourner sur sa pointe met pourtant en action des forces complexes.

1 Une toupie finit par vaciller car la friction exercée lors du mouvement de rotation la ralentit

La symétrie parfaite de la toupie et son poids font que les forces exercées s'équilibrent à partir d'une certaine vitesse de rotation. Dès que cette vitesse diminue, la toupie vacille. La toupie existe dans tous les pays du monde.

En tirant subitement sur la ficelle d'une toupie, on lui donne un élan. Cet élan va vers le centre de la toupie (force centripète) et imprime à la toupie un mouvement de rotation parce que celle-ci est un objet à symétrie parfaite.

Forces en équilibre

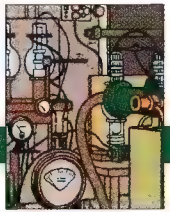
En tournant sur sa pointe, la toupie reste droite. Ce mouvement de rotation dure un certain temps, tant que la force centripète s'équilibre avec la force centrifuge : une force opposée, qui éloigne la toupie en rotation de son axe. Mais l'équilibre de ces forces finit par se rompre parce que la pointe de la toupie frotte sur le sol : cette friction ralentit la vitesse initiale, si bien que le poids de la toupie finit par la faire tomber, sous l'effet de la pesanteur.

Extrait de l'album *Coke en stock*

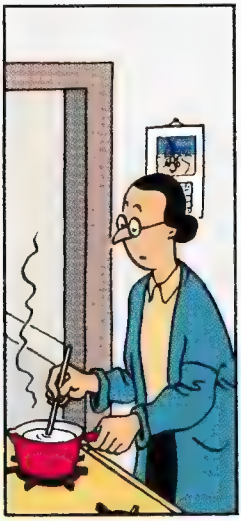
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Valdin / DIAF
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 68-16

Peut-on faire cuire les aliments sans feu ?



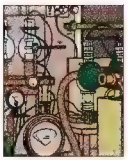
- non, à défaut de feu, il faut une source de chaleur visible (gaz, électricité)
- oui, grâce au four à micro-ondes

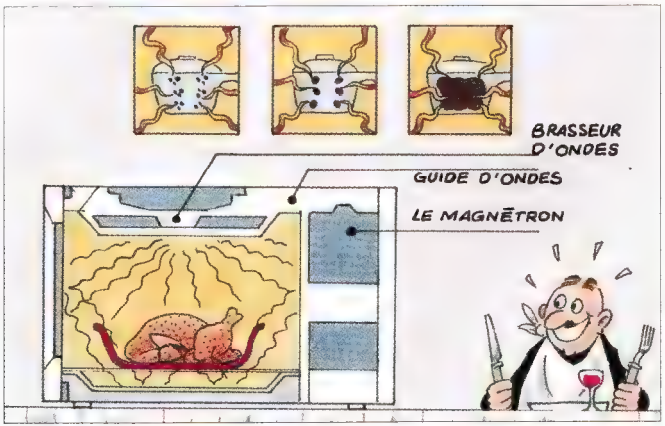


Four à micro-ondes

Dans un four à micro-ondes, les aliments cuisent sans feu ni source de chaleur visible.

On peut faire cuire des aliments sans feu, grâce au four à micro-ondes





Dans un four à micro-ondes, un générateur, le magnétron, émet des ondes ultra-courtes. Celles-ci agissent sur les molécules d'eau des aliments, provoquant une élévation de température.

Les micro-ondes (ou ondes ultra-courtes) existent dans la nature, le soleil en émet. Elles font partie du spectre électromagnétique qui comprend parmi les ondes les plus connues : les ondes radio-électriques (T.V., radio), les rayonnements ultra-violets, la lumière visible.

Pourquoi les micro-ondes chauffent-elles ?

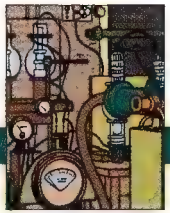
Les aliments sont constitués de molécules d'eau et de divers composants (sels minéraux, globules rouges, corps gras, etc.). Chaque millimètre renferme des millions de molécules d'eau. Exposées à une émission de micro-ondes, ces molécules s'orientent dans le sens des ondes qui oscillent à la vitesse de 2 450 millions de fois par seconde : il s'ensuit alors une très forte agitation des molécules, d'où un échauffement considérable et rapide, dans la masse même de l'aliment.

Extrait de l'album *Le Secret de La Licorne*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 49-08

Comment le Thermos maintient-il la température d'un liquide ?



1. grâce à sa double paroi remplie d'un gaz réfrigérant
2. grâce à sa double paroi de verre argenté avec un vide intermédiaire

Thermos

Le mot Thermos, nom de marque d'une bouteille thermo-isolante, est employé couramment pour désigner ces récipients capables de conserver un liquide, brûlant ou glacé, à sa température durant des heures.

Un Thermos possède une double paroi de verre argenté, avec un vide intermédiaire

Boissons chaudes ou boissons froides sont maintenues à leur température dans des bouteilles thermo-isolantes hermétiquement closes.

La bouteille Thermos garde les liquides à leur température parce qu'elle est isolée thermiquement du milieu extérieur.

Le vide isole

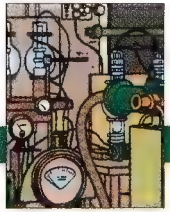
L'intérieur est équipé d'un récipient à double paroi de verre (ou de métal). Les parois sont argentées à l'intérieur pour réfléchir les rayons thermiques, les empêchant d'entrer ou de sortir de la bouteille. Entre les parois du récipient, il y a un vide d'air, celui-ci ne transmettant pas la chaleur. Le support du récipient et le bouchon sont en matière isolante, tel le liège, qui réduit la conduction. La bouteille Thermos est une application du vase isolant inventé par le physicien écossais J. Dewar, en 1906, pour la conservation de gaz liquéfiés.

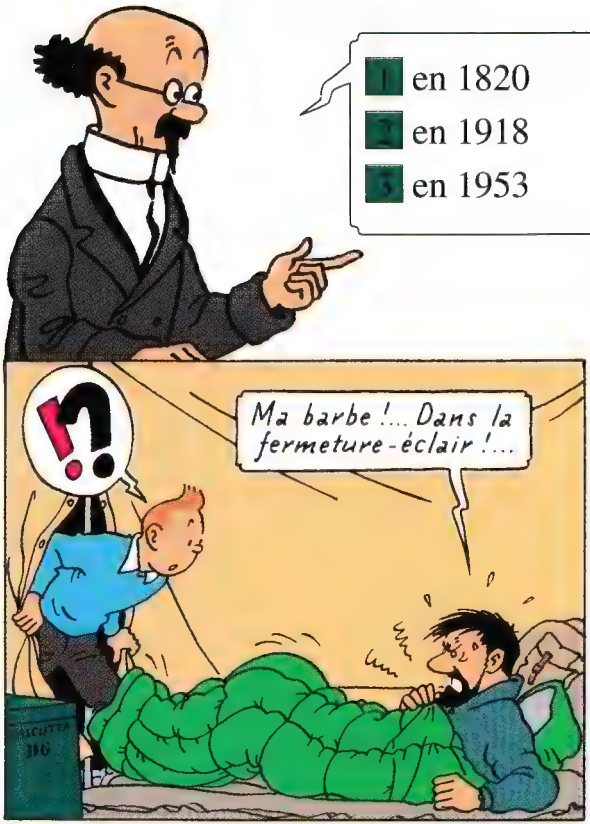
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Charnier / Option Photo
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 69-16

Quand la fermeture à glissière remplaça-t-elle les boutons ?

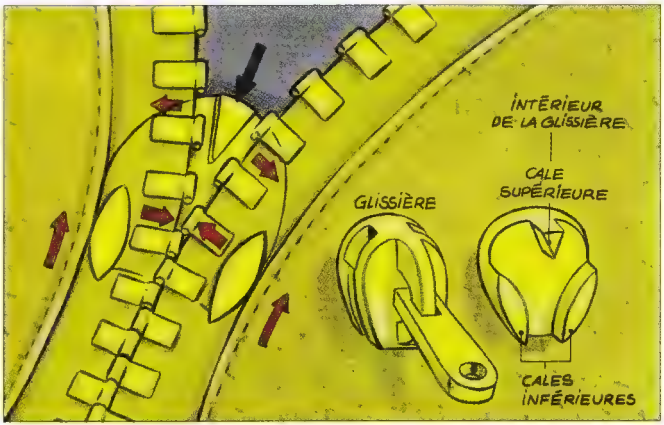




Fermeture à glissière

La fermeture à glissière fut inventée en 1891 mais elle fut véritablement lancée en 1918, par la marine américaine. Le nom "fermeture Éclair" vient du nom de la société qui rendit cette invention populaire.

En 1918, la fermeture à glissière remplaça les boutons



Fonctionnement de la fermeture à glissière, une petite invention qui facilite grandement notre vie quotidienne.

La fermeture à glissière comprend deux rangées de crochets (ou dents) fixés à deux bandes de tissu, un curseur et des butées inférieures et supérieures.

Le travail des cales

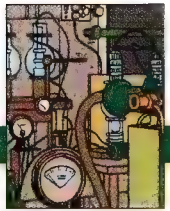
En tirant le curseur vers le bas, on ouvre la fermeture ; la cale triangulaire supérieure du curseur sépare les crochets et les pousse de côté. En tirant le curseur vers le haut on la ferme ; les deux cales inférieures du curseur rapprochent les crochets qui viennent se chevaucher à l'intérieur de celui-ci. Les crochets sont ainsi faits qu'ils s'ouvrent et se ferment l'un après l'autre et qu'il est pratiquement impossible de les joindre ou de les séparer sans utiliser la glissière.

Extrait de l'album ***Tintin au Tibet***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 18-03

D'où viennent les couleurs ?

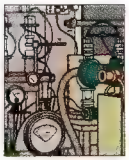


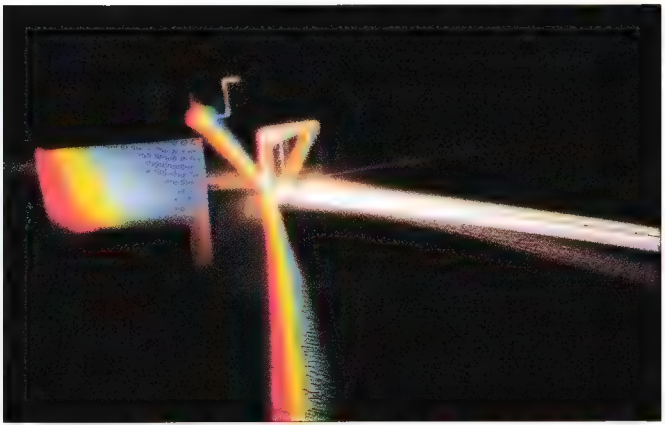
- de la lumière du Soleil ou d'une lampe d'éclairage
- des colorants qui se trouvent partout dans la nature

Couleurs

Les couleurs proviennent de la lumière. La lumière envoie des flots de particules qui éclairent et rendent visible, toutes choses.

1 Les couleurs proviennent de la lumière du Soleil ou d'une lampe





La décomposition de la lumière blanche à l'aide de prismes ou de filtres permet d'obtenir différentes couleurs.

La lumière du Soleil nous paraît blanche. Mais, en réalité, elle est composée de différentes lumières colorées

Et si nous voyons le coquelicot rouge, c'est qu'il est constitué de particules qui absorbent toutes les couleurs de la lumière sauf le rouge, qu'il diffuse et renvoie vers nos yeux. Les matières qui diffusent tous les rayons lumineux apparaissent blanches, celles qui les absorbent tous sont noires. Le verre est transparent, car il se laisse traverser par la lumière.

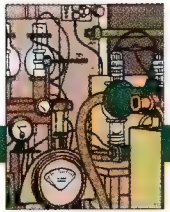
Les trois couleurs fondamentales

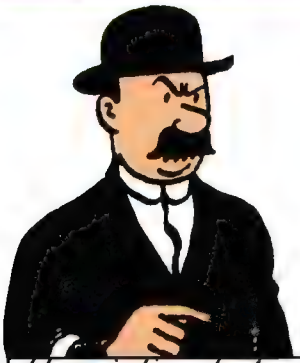
En décomposant la lumière, on obtient n'importe quelle teinte. Il suffit de mêler dans des proportions variables le rouge, le bleu, le vert. C'est le principe de la télévision en couleurs.

Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*

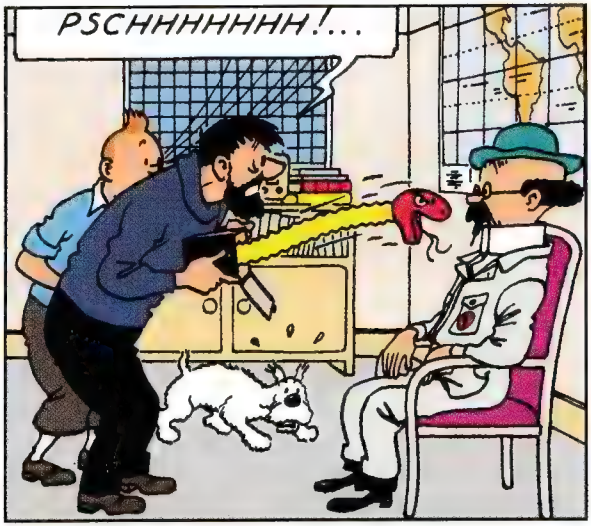
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Robinson-Science Source / Explorer Imprimé en CEE
© MCMXCI, Edito-Service S.A. D2 491 02-08

Que règle-t-on avec l'objectif d'un appareil photo ?





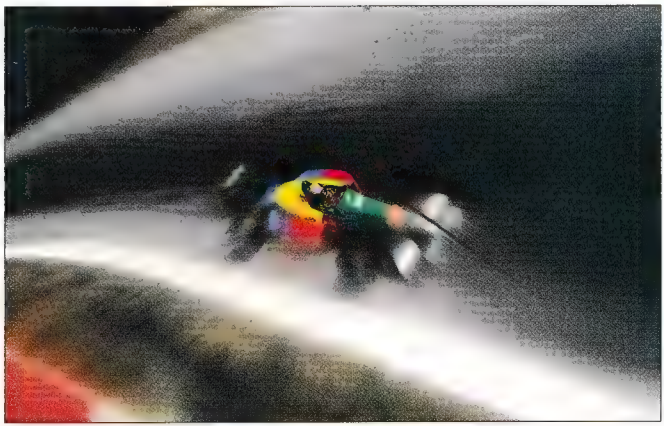
1. le temps de passage de la lumière
2. le diamètre du trou par lequel passe la lumière
3. la distance de l'objet photographié



Appareil photo

L'appareil photo fonctionne un peu comme l'œil. Dans l'œil, les rayons lumineux traversent le cristallin pour aller former une image sur la rétine. Le cristallin de l'appareil, c'est l'objectif, sa rétine, c'est la pellicule.

L'objectif d'un appareil photo permet de régler la distance de l'objet à photographier



On peut jouer sur les réglages : le flou suggère la vitesse de la voiture.

Pour réussir une bonne prise de vue, il faut régler correctement l'appareil.

Les trois réglages

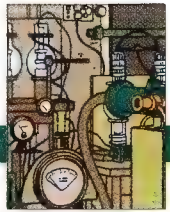
L'obturateur est une sorte de rideau qui s'ouvre pour laisser passer juste la quantité nécessaire de lumière pour impressionner la pellicule. Le temps de pose, entre l'ouverture et la fermeture de l'obturateur, doit être très court si l'objet photographié se déplace, pour que l'image reste nette. Le diaphragme règle le trou par lequel la lumière pénètre. Son ouverture doit s'adapter à la luminosité du sujet, de même que la pupille de l'œil s'agrandit ou se rétrécit selon la lumière ambiante. L'objectif, un jeu de lentilles placé devant l'appareil, règle la distance : s'il n'est pas au point, l'objet photographié sera flou ou déformé.

Extrait de l'album ***Objectif Lune***

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D. Leroy / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 68-17

Les pellicules photo sont-elles plus ou moins sensibles ?



Pellicule

Une pellicule photo est un film en matière plastique transparente, recouverte d'une émulsion photosensible constituée par des sels d'argent en suspension dans de la gélatine.

Les grains sont relativement gros dans les films très sensibles (ou rapides) et fins dans les films lents.

Les pellicules sont plus ou moins sensibles à la lumière

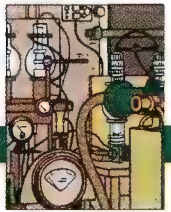
Si l'on prend une photo d'un paysage ensoleillé avec une pellicule très sensible, elle sera surexposée : il faut en effet très peu de temps pour que la lumière l'impressionne.

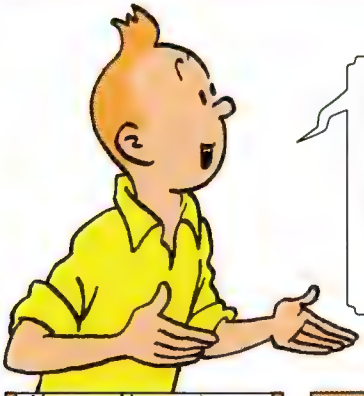
Une bonne exposition

Un autre facteur vient donc s'ajouter à l'ouverture du diaphragme et à la vitesse d'obturation pour obtenir une bonne exposition : la rapidité du film. Celle-ci s'exprime en unités ASA ou DIN. Si la luminosité est bonne (paysage ensoleillé), on peut se contenter d'un film de 25 ASA. Dans une pièce sombre, une grande ouverture du diaphragme ne suffit pas toujours : il faut en plus choisir une vitesse faible pour que la lumière ait le temps de parvenir jusqu'à la pellicule qui, elle, doit être assez sensible. On peut photographier à la lueur d'une bougie avec un film de 1 600 ASA.

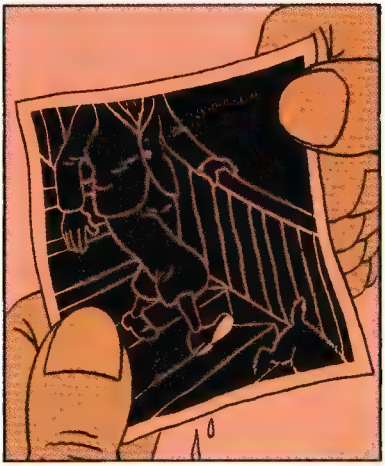
Extrait de l'album *Les Cigares du Pharaon*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Lainé / Jerrican
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 68-19

Développe-t-on directement les photos sur papier ?





1. le développement d'une pellicule photo donne d'abord un négatif
2. le développement donne directement une image positive sur papier



Développement des photos

Le développement d'une pellicule photo donne un négatif à partir duquel on obtient un positif.

Le développement d'une pellicule photo donne d'abord un négatif

Les révélateurs de pellicules couleur contiennent des colorants.

Quand la lumière frappe la pellicule dans l'appareil, elle déclenche une réaction chimique : les sels d'argent déposés sur la pellicule s'oxydent, se transforment en argent métallique, matérialisant l'image photographiée (encore invisible).

Du négatif au positif

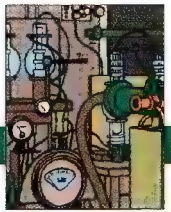
Un produit chimique (le révélateur) fait noircir l'argent métallique de la pellicule, selon la quantité de lumière reçue lors de la prise de vue : on obtient un négatif : les zones sombres de l'image correspondent aux zones lumineuses de l'objet photographié. Le négatif est ensuite projeté par un projecteur-agrandisseur sur un papier photosensible : une nouvelle fois, les sels d'argent frappés par la lumière se transforment en argent métallique et noircissent : les zones sombres du négatif arrêtent la lumière (le papier reste blanc), et inversement pour les zones claires.

Extrait de l'album *Le Sceptre d'Ottokar*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Kremmer / Option Photo
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 68-18

Comment fonctionne un flash électronique ?



1. un bref courant électrique passe dans un tube contenant un gaz rare
2. un fil en alliage de magnésium et d'aluminium brûle très vite dans une ampoule contenant de l'oxygène

Flash

Un flash est un appareil qui produit une étincelle de lumière suffisamment intense pour permettre une prise de vue lorsque la luminosité est faible ou même de nuit.

Les flashes utilisés par les photographes sont de 2 sortes : les flashes à lampe magnésique et les flashes électroniques. Les lampes magnésiques possèdent un fil ou une mince feuille d'un alliage d'aluminium et de magnésium enfermée dans une ampoule emplie d'oxygène. Un dispositif d'amorçage permet l'allumage de l'alliage qui brûle très vite en donnant une lumière blanche intense.

Un flash électronique fonctionne grâce à un bref courant électrique qui passe dans un tube contenant un gaz rare

Dans les flashes électroniques, de minuscules éclairs précèdent celui de la prise de vue : cela déclenche chez la personne photographiée le réflexe de fermer la pupille ; ainsi ses yeux n'apparaîtront pas rouges sur la photo.

Le flash électronique

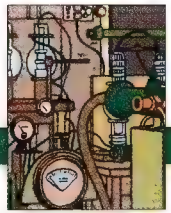
Il est équipé d'un condensateur qui accumule un courant électrique à haut voltage. Lors du déclenchement de l'obturateur, il se décharge dans un temps très bref. Le courant produit crée un éclair bref et intense dans un tube empli d'un gaz rare (krypton ou xénon). L'éclair du flash ne se produit qu'au moment exact de la pleine ouverture de l'obturateur.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Duplan / Diaphor
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 82-06

Depuis quand les magnétophones existent-ils ?

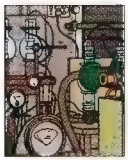


1. depuis 1850
2. depuis 1940
3. depuis 1972

Magnétophone

En 1940, une firme allemande lance un appareil d'enregistrement portant la marque Magnetophon. Depuis 1945, ce nom désigne tous les appareils fonctionnant sur le même principe.

Les magnétophones existent depuis 1940



On efface un enregistrement grâce à la tête d'effacement qui rend la bande vierge.

Un magnétophone possède une bande magnétique et des têtes d'enregistrement, de lecture et d'effacement.

Fonctionnement

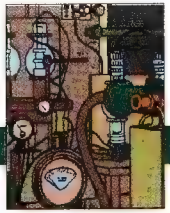
La bande est un ruban de plastique recouvert de particules d'oxyde de fer. La tête d'enregistrement, un électroaimant, est reliée à un microphone par un amplificateur. Les sons émis dans le microphone sont transmis par le courant électrique. En fonction des variations de ce courant, plus ou moins fortes selon l'intensité du son, l'électroaimant attire plus ou moins les particules d'oxyde de la bande. Pour lire l'enregistrement, on fait repasser la bande devant un électroaimant, la tête de lecture. En sens inverse, elle envoie dans le haut-parleur un courant électrique qui varie selon l'alimentation de la bande.

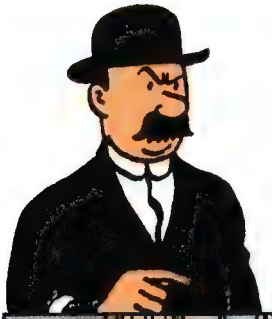
Extrait de l'album *Tintin et les Picaros*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo : Glories / Sipa press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 32-02

A quoi le microphone est-il raccordé ?





- à un synthétiseur
- à un amplificateur
- à un haut-parleur

Micro

Le microphone (ou micro) est une sorte d'oreille électrique qui reçoit les vibrations sonores et les transforme en signaux électriques, restituant aussi fidèlement que possible les variations du son.

Le microphone est raccordé à un amplificateur

La stéréophonie est une technique de reproduction du son qui assure une répartition dans l'espace des sources sonores (instruments et voix). On enregistre la source sonore sur 2 canaux séparés (à droite et à gauche).

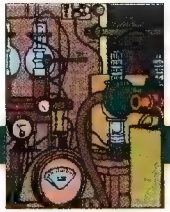
Sons, paroles, musique sont convertis par le micro en signaux électriques et conduits à un amplificateur qui en augmente l'amplitude et les transmet à un haut-parleur. Celui-ci retransforme ces signaux électriques amplifiés en vibrations de l'air (en sons).

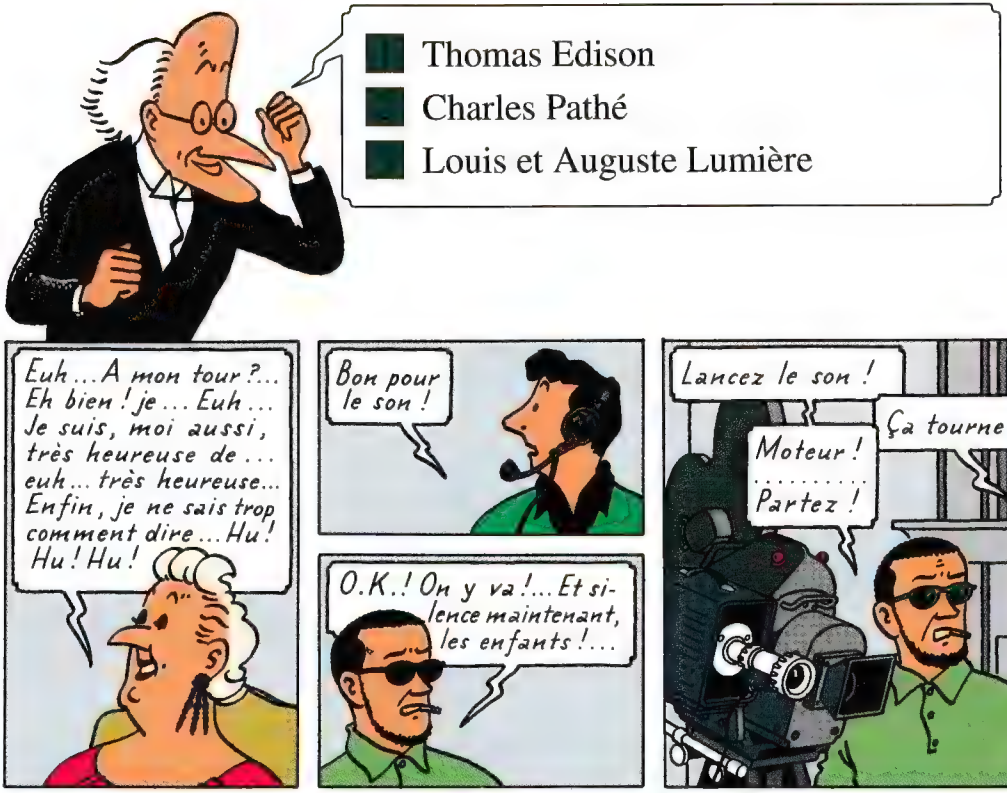
La guitare électrique

Une guitare électrique a très peu de sonorité. Des micros (2 ou plus) sont placés près de la source sonore, en l'occurrence, les cordes. Les micros convertissent les vibrations des cordes en signaux électriques. Ceux-ci sont ensuite modifiés par les commandes de volume et de tonalité avant de quitter la guitare par la prise de sortie. Un câble conduit ce signal à l'amplificateur, puis au haut-parleur.

Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 87-05

Qui a inventé la caméra ?

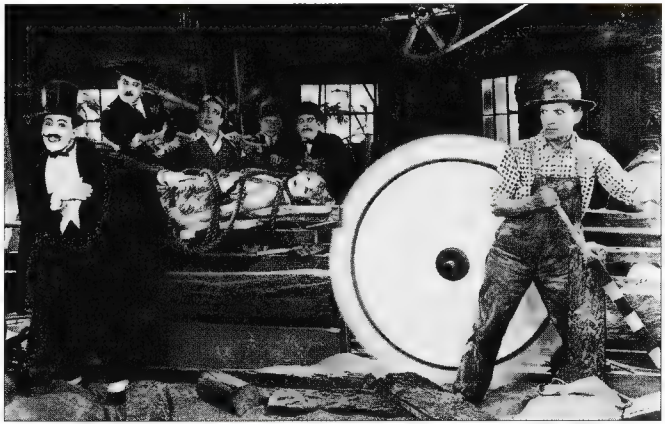




Caméra

Une série d'inventions, tels le kinétographe d'Edison et le cinématographe des frères Lumière, permirent au Français Charles Pathé de mettre au point la caméra, en 1897.

Charles Pathé inventa la première caméra



Vers 1904, la vitesse des caméras se fit variable pour permettre l'accélération et le ralenti. La prise de vues des films muets (ci-dessus *The Perils of Pauline*) était de 16 images par seconde, ce qui donnait des mouvements saccadés.

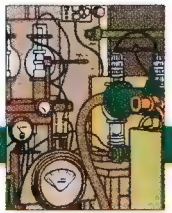
Charles Pathé dissocia le cinématographe en 2 éléments distincts : caméra et projecteur furent désormais indépendants.

Accéléré ou ralenti

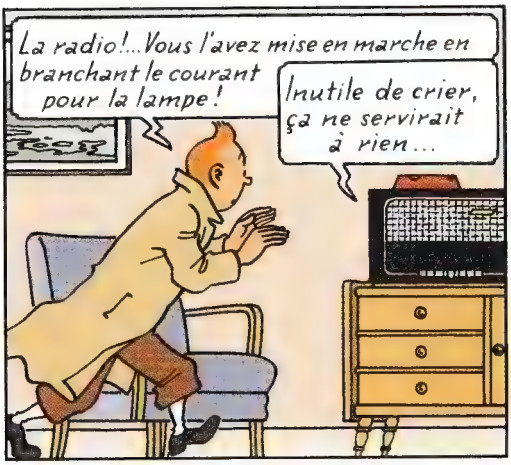
Une caméra fonctionne comme un appareil photo, mais, au lieu d'impressionner une seule image, elle en prend toute une série : 16 ou 24 par seconde. Comme tout ce qui bouge se trouve légèrement décalé sur chaque image par rapport à la précédente, leur succession rapide sur l'écran restitue le mouvement. Si la prise de vues est très rapide (48 ou 72 images par seconde) et que la projection reste normale, les mouvements sont ralentis sur l'écran. A l'inverse, ils sont accélérés si une scène prise à raison de 8 images par seconde est projetée à la cadence normale.

Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo F.P.G. / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 87-04

De quand datent les premières émissions régulières de radio ?



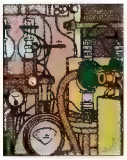
- de 1920, aux États-Unis
- de 1922, en Grande-Bretagne
- de 1925, au Japon

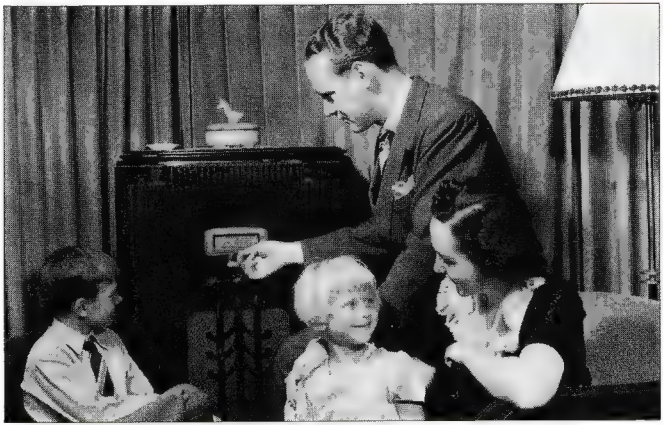


Radio

La radiodiffusion est le premier moyen de communication à grande portée qui ait fait son apparition dans le monde. Cette invention fut d'abord appelée TSF (télégraphie sans fil).

Les premières émissions régulières de radio datent de 1920, aux États-Unis





Pour choisir une émission, on tourne le bouton de la radio : il actionne une sorte de filtre électromagnétique qui intercepte toutes les émissions provenant des différentes stations, sauf celle qu'on sélectionne.

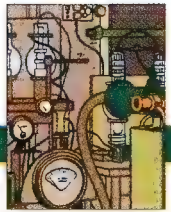
Pour transmettre les sons, les paroles ou la musique, on les fait passer par un microphone qui transforme les vibrations sonores en signaux électriques. Ces signaux sont portés à travers l'espace par des ondes électriques qu'envoie l'antenne émettrice de la station. Ces ondes électromagnétiques se propagent à peu près en ligne droite, aussi vite que la lumière (à 300 000 km/s) et, si rien ne les arrête, elles peuvent aller très loin.

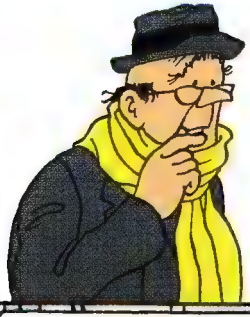
Tourner le bouton

Les sons émis par la station émettrice peuvent être captés par un récepteur (poste de radio). Lorsqu'elles atteignent l'antenne du récepteur, elles y engendrent un courant qui fait vibrer le haut-parleur : les signaux sont restitués en paroles, musique.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo FPG / Explorer Archives
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 56-14

Qui est l'inventeur des ondes radioélectriques ?



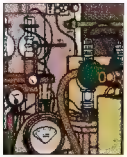


1. l'Italien G. Marconi
2. l'Allemand H. Hertz
3. l'Écossais J. Maxwell

Ondes radio

Les ondes radioélectriques, dites ondes hertziennes, du nom du physicien allemand H. Hertz, sont des pertubations qui se propagent à partir d'une charge électrique accélérée. Elles sont caractérisées par leur fréquence et leur longueur.

L'Allemand H.Hertz est l'inventeur des ondes radioélectriques



Des relais hertziens régulièrement espacés transmettent les ondes courtes (10 à 100 m) en les amplifiant. Les ondes très courtes, utilisées par la modulation de fréquence (FM) ne se propagent guère au-delà de l'horizon.

Pour se représenter une onde radioélectrique, on peut évoquer les rides qui se propagent à la surface d'une eau calme lors de la chute d'une pierre. Les ondes électriques se propagent suivant leur fréquence (nombre d'ondes émises en une seconde) et suivant leur longueur (distance qui sépare deux ondes successives).

A chacun sa longueur

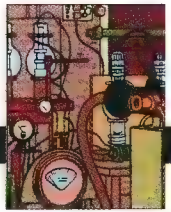
Chaque émetteur possède une longueur d'onde particulière : il arrive parfois que des longueurs trop voisines se chevauchent : on entend alors plusieurs stations à la fois. Plus les ondes sont courtes, plus nombreux sont les émetteurs qui peuvent fonctionner sans se gêner.

Extrait de l'album *L' Ile Noire*

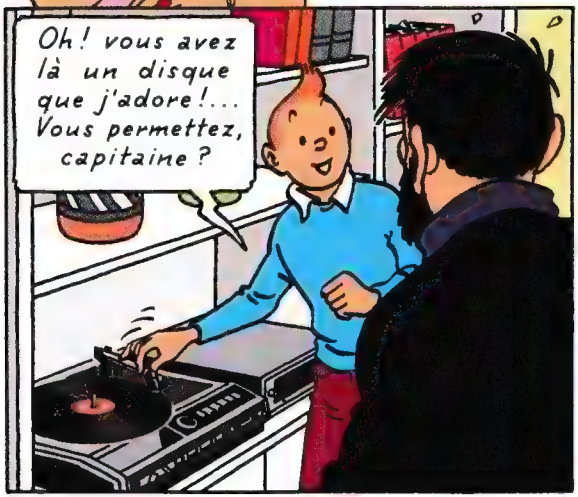
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D. Bonteau / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 56-15

Quand sont apparus les premiers disques ?



- en 1887
- en 1904
- en 1945



Disque

Les disques sont des plaques circulaires pour enregistrer et reproduire les sons, la voix. Leur invention est liée à toute une série de découvertes.

Les premiers disques sont apparus en 1887

Les disques classiques sont aujourd'hui remplacés par les disques compacts dont la lecture s'effectue par un faisceau laser.

En 1877, Thomas Edison inventa la première machine parlante : le phonographe. Un artiste chantait devant un cornet. Les sons faisaient vibrer une aiguille d'acier qui gravait leur dessin sur un rouleau de cire en rotation. Lorsque le phonographe rejouait l'enregistrement, son aiguille imprimait à son tour des vibrations à une membrane qui les retransformait en ondes sonores semblables aux ondes initiales.

Le sillon sonore

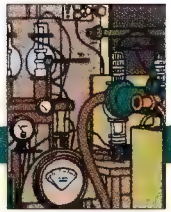
En 1887, E. Berliner remplaca le cylindre du gramophone par des galettes de zinc recouvertes de cire sur lesquelles est tracé un sillon en spirales : la piste sonore. Les premiers disques tournaient à la vitesse de 78 tours par minute. En 1947, apparurent les microsillons, en plastique. Leurs sillons étroits prolongent leur durée d'écoute.

Extrait de l'album *Tintin et les Picaros*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D. Mar / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 58-01

De quoi est munie la tête de lecture d'un tourne-disque ?



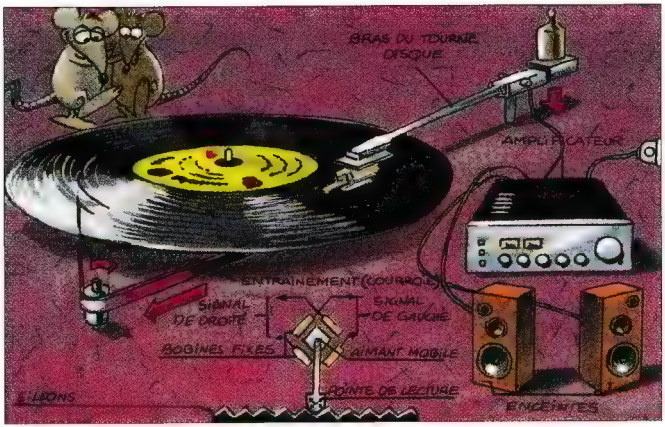
1. d'une pointe en saphir ou en diamant
2. d'une pointe en acier
3. d'une pointe en verre

Tourne-disque

Le tourne-disque ou électrophone lit les sons enregistrés sur disques et les transmet sous forme de signaux électriques à un amplificateur et à des haut-parleurs.

Un tourne-disque a un moteur à plusieurs vitesses qui permet d'écouter des disques défilant à 45 tours ou 33 tours 1/3 par minute.

La tête de lecture d'un tourne-disque est munie d'une pointe en saphir ou en diamant



Le rôle de l'amplificateur est d'augmenter le voltage d'un signal électrique de faible intensité de manière qu'il puisse être transmis aux haut-parleurs : ceux-ci transforment le signal en vibrations de l'air.

Lecture des sillons

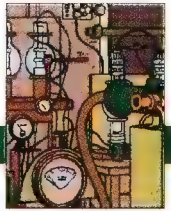
Chaque face du disque comporte un sillon en spirale. Le nombre et la profondeur des ondulations des parois du sillon correspond à la fréquence et à l'intensité du son enregistré. Le disque repose sur un plateau tournant, entraîné par une courroie qui passe sur une poulie portée par le moteur. Le bras de lecture comporte une cellule munie d'une pointe qui suit le sillon et vibre lorsque le disque tourne. Les vibrations de la pointe sont transformées par la cellule en un signal électrique, appliqué ensuite à l'amplificateur et aux haut-parleurs qui reproduisent le son.

Extrait de l'album *Tintin et les Picaros*

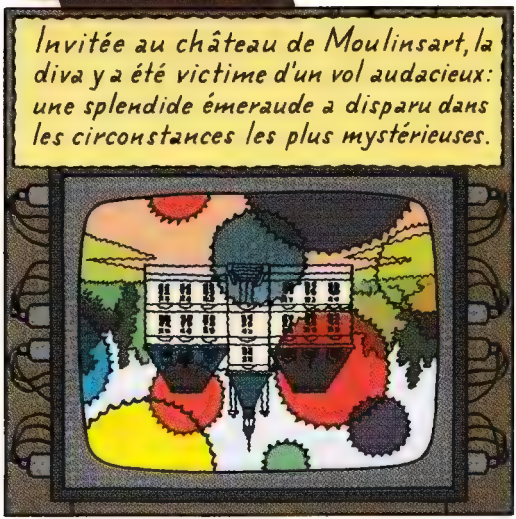
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 69-17

De combien de lignes une image de télévision se compose-t-elle ?



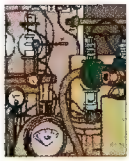
1. de 625 lignes
2. de 450 lignes
3. de 30 lignes



Télévision

La télévision fonctionne selon le principe suivant : une caméra électronique décompose une image en des centaines de lignes formées chacune de centaines de points. L'émetteur transmet par radio les indications sur ces points et le téléviseur les reproduit sur son écran luminescent, dans le même ordre.

Une image de télévision est composée de 625 lignes



Le tube électronique de la caméra de télévision ainsi que celui des téléviseurs convertit les grains en un courant dirigé vers un émetteur. Une antenne rayonne les signaux dans l'espace sous forme d'ondes.

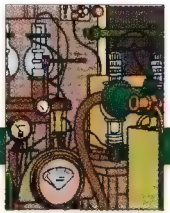
Pour le noir et blanc, la caméra dispose d'un objectif qui projette une image sur une mosaïque, plaque isolante revêtue de milliers de grains d'une matière qui peut être électrisée par la lumière.

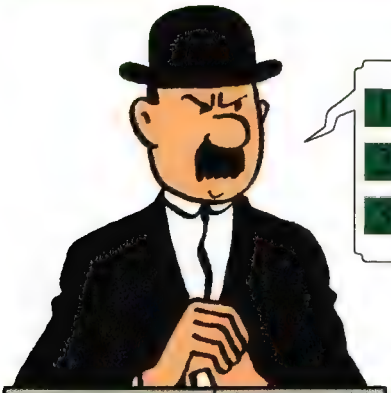
Une «image électrique»

Dans l'image projetée sur la mosaïque, il y a des parties très lumineuses (blancs), d'autres sombres (noirs) et entre les deux, les gris : les blancs, grains très électrisés, les noirs (pas du tout) et les gris (partiellement) forment une image élecrique. Un faisceau d'électrons balaye alors l'image ligne par ligne, mesurant la charge électrique des grains.

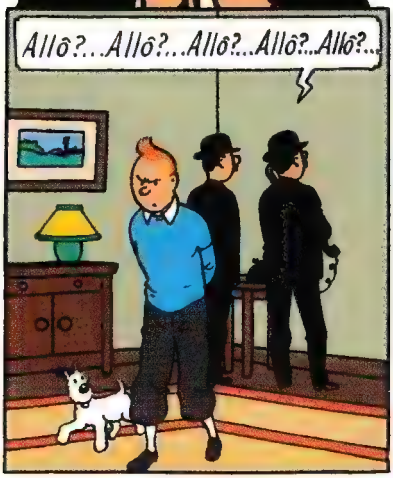
Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 89-13

Qui inventa le téléphone ?





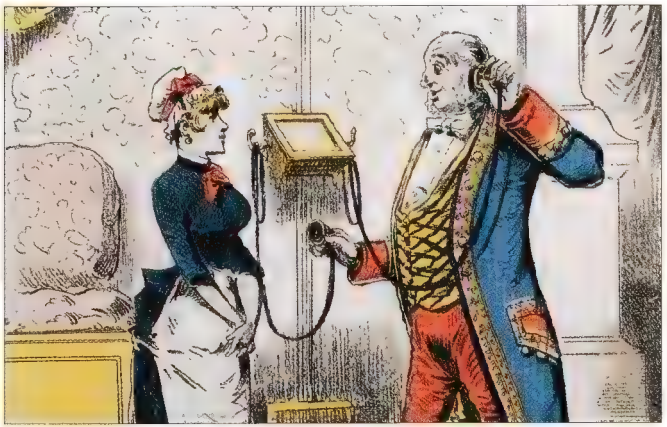
1 l'Américain Isaac Singer
2 le Français Louis Braille
3 l'Américain Graham Bell



Téléphone

En 1876, aux États-Unis, Graham Bell fit breveter le premier téléphone électrique. Le courant électrique transmet des vibrations sonores.

Le téléphone fut inventé par l'Américain Graham Bell



Jusqu'au milieu du XXe siècle, le téléphone passa en France et dans une grande partie des pays industriels de l'Europe pour un mode de communication secondaire.

Deux boîtiers identiques abritaient chacun un électro-aimant et une membrane, reliés par un circuit électrique. Toute vibration sonore captée par la membrane d'un boîtier perturbait le courant électrique passant par son électro-aimant ; par l'intermédiaire du circuit électrique, cette perturbation était transmise à l'électro-aimant de l'autre boîtier, qui entraînait sa propre membrane dans des vibrations identiques aux vibrations d'origine : le son était ainsi reconstitué.

Les premières liaisons

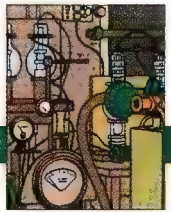
L'invention ne fut commercialisée qu'en 1877. La première communication à longue distance, entre New York et Chicago, fut réalisée en 1892.

Extrait de l'album ***Les Sept Boules de cristal***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo FPG International / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 05-16

Quand fut mis au point le télégraphe ?

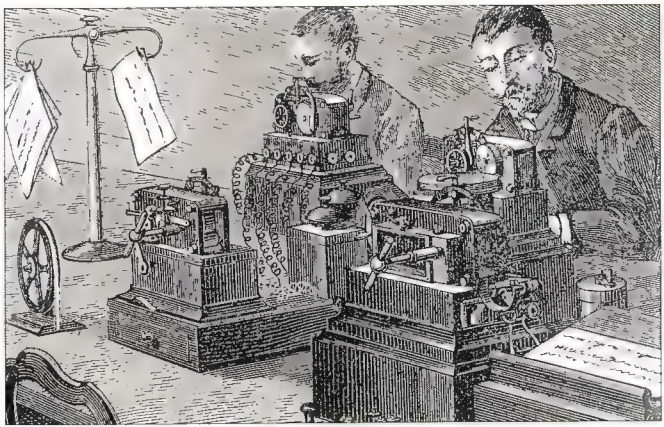


- vers 1800
- vers 1840
- vers 1900

Télégraphe

Le télégraphe est un appareil qui transmet des messages à longue distance.

Le télégraphe fut mis au point vers 1840



Avec la diffusion du téléphone, l'emploi du télégraphe est moins fréquent.

Le Français Claude Chappe avait établi un système de transmission optique, grâce à un jeu de grandes barres de bois que l'on orientait selon un code convenu. Ces signaux pouvaient être relayés de tour en tour sur de grandes distances, par temps clair.

Le télégraphe électrique

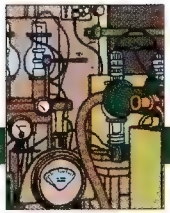
A ce procédé visuel, succéda le télégraphe électrique inventé vers 1840 par l'Américain Samuel Morse. Il utilisa un code spécial fait de traits et de points caractérisant chaque chiffre et chaque lettre de l'alphabet. En 1854, l'Américain David Hughes trouva le moyen d'imprimer directement les messages avec les lettres de l'alphabet. De nos jours, les télégrammes sont transmis à l'aide de machines à écrire qui convertissent automatiquement le mouvement des touches en signaux télégraphiques. A l'arrivée, les signaux actionnnent un téléimprimeur qui transmet le message «en clair».

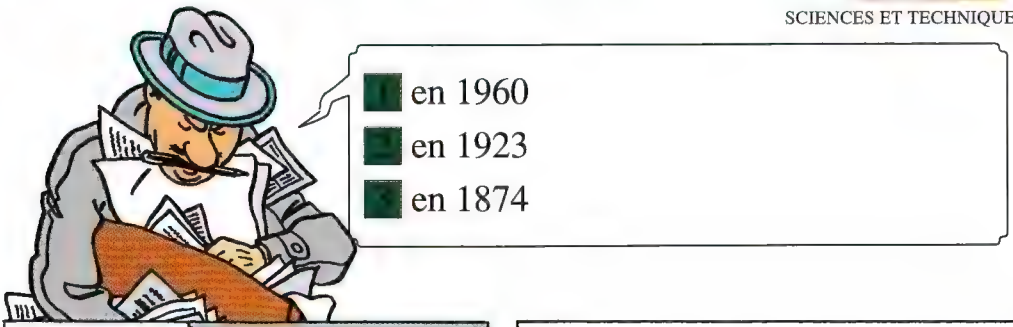
Extrait de l'album ***Tintin et les Picaros***

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Abecasis / Sipa-Press
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 62-09

Quand fut inventée la machine à écrire ?





Machine à écrire

La première machine à écrire, commercialisée, date de 1874. Vers 1935, apparurent les premières machines électriques.

La machine à écrire fut inventée en 1874

Aujourd'hui, la machine à écrire traditionnelle est en voie de disparition, évincée par les machines électroniques de traitement de texte.

Les machines à écrire mécaniques fonctionnent toutes sur le même principe.

Des touches et des leviers, comme sur un piano

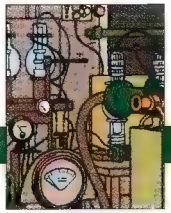
En enfonçant une touche sur laquelle figure le caractère (a, b, ? ! ;...), on actionne une série de leviers reliés entre eux, ce qui provoque le soulèvement de la barre du caractère choisi. On enroule le papier autour d'un rouleau. Le caractère métallique situé à l'extrémité de la barre vient frapper un ruban encré qui à son tour imprime le papier. Pendant que la barre retombe, le chariot se déplace vers la gauche de la largeur d'un caractère. Quand on arrive au bout de la ligne, on appuie sur un levier qui ramène le chariot vers la droite et fait tourner le rouleau de la hauteur d'un interligne.

Extrait de l'album ***Tintin en Amérique***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Archives Explorer
© MCMXCI. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 12-19

Quand apparurent les premiers ordinateurs ?

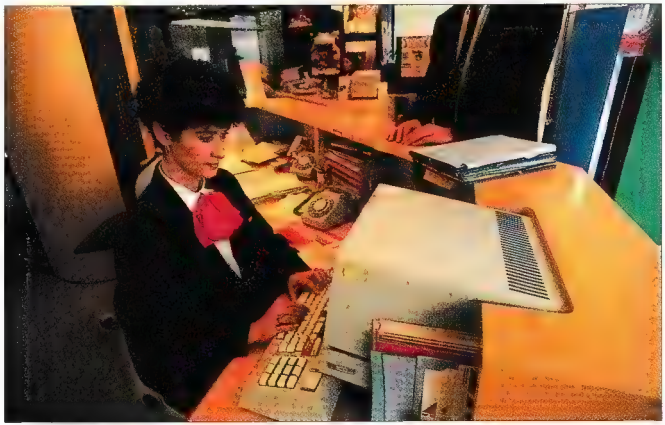


1. au lendemain de la Seconde Guerre mondiale
2. dans les années 1960
3. dans les années 1980

Ordinateur

L'informatique est la science de l'utilisation des ordinateurs. Ils sont très différents des autres machines, car ils possèdent une mémoire qui stocke informations et instructions et qui peut résoudre n'importe quel problème !

Les premiers ordinateurs sont apparus au lendemain de la Seconde Guerre mondiale



L'utilisation des ordinateurs est omniprésente dans notre vie quotidienne : pour retirer de l'argent avec une carte bancaire, pour réserver une place d'avion, pour la comptabilité dans une entreprise, etc.

Un ordinateur comprend une unité d'entrée pour lire les informations, une unité de traitement qui effectue le décodage des instructions et les calculs, et une unité de sortie qui restitue le résultat.

Une prodigieuse mémoire d'éléphant !

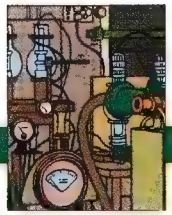
Il comporte aussi une unité de mémoire pour stocker les instructions et pour mémoriser les solutions successives, et enfin, un programme machine (la marche à suivre) que l'on peut modifier au gré des besoins. Toutes les informations sont codées, car l'ordinateur fonctionne avec des nombres binaires. Aujourd'hui, on fabrique de micro-ordinateurs... portables !

Extrait de l'album *Tintin et les Picaros*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo E. de Maglaive / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 48-16

Laquelle de ces plantes était utilisée pour la teinture en rouge ?

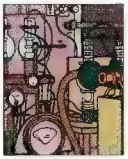


- la garance
- le safran
- le pastel

Teinture

Certains végétaux, coquillages ou insectes fournissent des substances colorantes, utilisées depuis des siècles pour teindre les tissus. Ces teintures naturelles ont été peu à peu remplacées, depuis la fin du siècle dernier, par des colorants synthétiques.

La garance est une plante que l'on utilisait pour la teinture en rouge



Les colchiques des prés sont les cousines sauvages du safran, encore cultivé aujourd'hui pour les longs stigmates jaunes de sa fleur.

Dès l'Antiquité, on utilisa des colorants d'origine animale ou végétale. Le noir était extrait de l'ivoire carbonisé. Le pourpre, qui était la couleur rouge des empereurs romains, provenait d'un coquillage, le murex. On obtint aussi du rouge à partir d'un insecte du Mexique, la cochenille. Pendant longtemps, le pastel demeura la plante la plus utilisée pour obtenir la couleur bleu-indigo.

L'industrie moderne

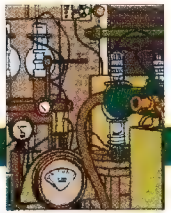
Aujourd'hui, la plupart des colorants sont des produits synthétiques obtenus par distillation du goudron ou du pétrole brut. Ces procédés permettent d'obtenir une gamme beaucoup plus variée de teintes.

Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*

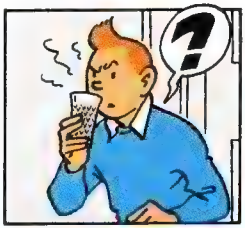
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo NHPA / Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 59-16

Qui inventa l'eau de Javel ?



- le chimiste français L. Berthollet
- le chimiste français A. de Lavoisier
- le physicien et chimiste français L.-J. Gay-Lussac



Eau de Javel

L'eau de Javel est un mélange de chlorure et d'hypochlorite de soude (sel). Elle est utilisée comme décolorant, détachant et désinfectant.

Le chimiste français L. Berthollet inventa l'eau de Javel

A la maison, l'eau de Javel doit rester hors de portée des enfants : cette solution est à la fois très toxique (c'est un poison) et corrosive (elle abîme la peau).

C'est en 1785 que le chimiste français Louis Berthollet démontra les propriétés blanchissantes de cette solution. Il l'appela «eau de Javel», d'après le nom de la petite localité située en bordure de Seine (aujourd'hui dans Paris) où il la fit expérimenter par des lavandières.

Un acide dangereux mais efficace

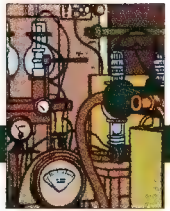
L'eau de Javel complète l'action des détergents pour le blanchissage de certains tissus comme le lin ou le coton. Mais il faut s'en méfier : elle ronge les fibres des tissus en même temps qu'elle s'attaque à la saleté qui les imprègne. L'eau de Javel permet également de nettoyer les parquets, de désinfecter les toilettes et le linge des malades et d'épurer l'eau à laquelle elle laisse cependant un goût peu agréable.

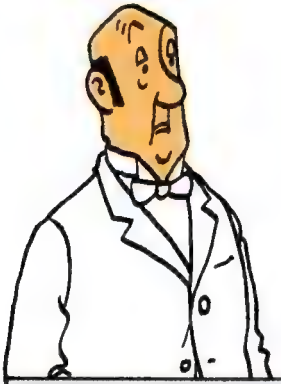
Extrait de l'album *Tintin et les Picaros*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Gaillard / Jerrican
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 79-12

Avec quoi fabrique-t-on le savon ?





- avec des corps gras et des métaux alcalins
- avec de l'argile et des huiles
- avec de la poudre de craie et des essences de fleurs

Savon

Le savon est essentiellement un mélange de corps gras et d'alcalins.

Le savon se fabrique avec des corps gras et des métaux alcalins

Le savon agit dans le lavage du linge selon un mécanisme physique et chimique : il chasse les particules sales qui se sont fixées sur les fibres textiles.

Les corps gras utilisés sont d'origine animale ou végétale : suif, arachide, palme, coco, olive... Ces corps ont des propriétés moussantes et détergentes.

La saponification

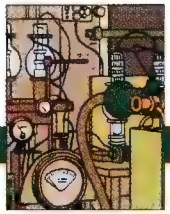
Pour transformer les matières grasses insolubles dans l'eau en savon soluble dans l'eau, il faut les mélanger avec des alcalins tels que la potasse ou la soude. Le mélange est ensuite cuit et lavé dans des lessiveuses afin de parfaire la réaction chimique et de purifier le savon. Celui-ci est ensuite séché et malaxé. Lors du malaxage, sont ajoutés des produits : talc, colorants, parfums... selon l'emploi auquel est destiné le savon : ménage, toilette, linge, antisepsie... Le savon est ensuite conditionné en cubes, poudre, paillettes...

Extrait de l'album ***Coke en stock***

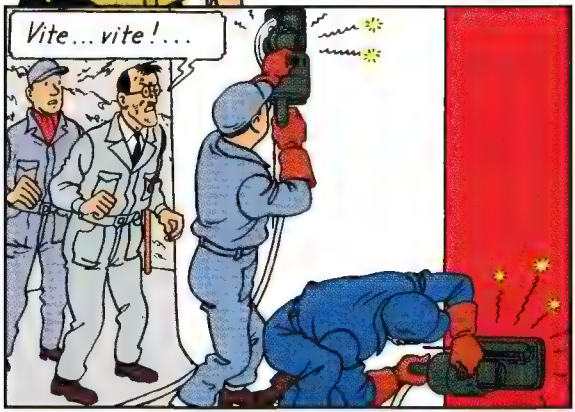
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Ph. Delarbre / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 11-09

Comment la lame d'une scie égoïne est-elle fixée ?



- elle est fixée dans une simple poignée
- elle est tendue par torsion d'une corde fixée à l'arc
- elle est reliée à un moteur



Scie

Une scie possède une lame dont le tranchant est pourvu de nombreuses arêtes : les dents sont petites s'il s'agit de couper des matériaux durs, ou grosses pour entamer les matériaux tendres.

Les dents sont couchées vers la droite ou vers la gauche par rapport à l'arête tranchante. La scie à bûches possède des arêtes triangulaires irrégulières. Le sciage industriel se fait aujourd'hui à l'aide de scies mécaniques, mues par l'électricité, le plus souvent à lame circulaire (tronçonneuse). On emploie des lames à ruban pour la découpe de panneaux.

1 Une scie égoïne possède une lame fixée dans une simple poignée

La lame des scies à deux hommes est maintenue rigide sur un bâti. Cette scie était autrefois utilisée par les scieurs de long pour l'abattage des arbres.

Sciage thermique

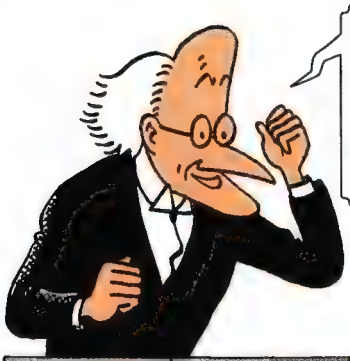
Pour les matériaux difficiles, comme le granit ou certains aciers, on a recours au sciage thermique : la vitesse de la lame est 500 fois plus rapide que celle des scies à métaux classiques. Le frottement produit localement la fusion de la matière à découper qui est enlevée au fur et à mesure qu'elle arrive en fusion.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

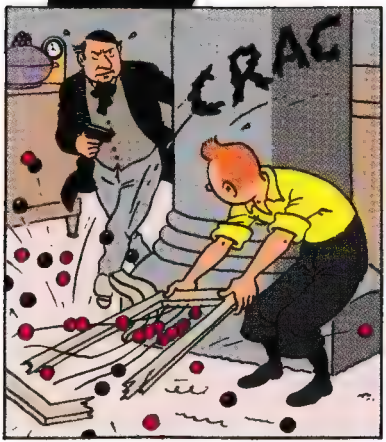
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Boyer-Viollet
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

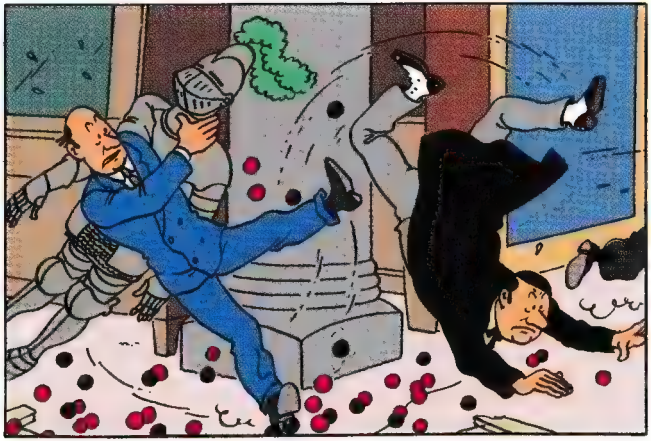
Imprimé en CEE
D2 491 68-15

Dans lequel de ces objets trouve-t-on un roulement à billes ?



- les patins à roulettes
- une machine à écrire
- un rasoir électrique

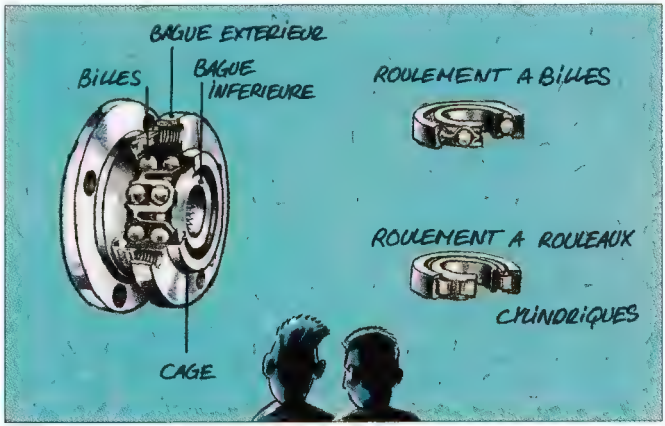




Roulement à billes

Dans les machines qui se déplacent elles-mêmes ou qui créent un mouvement, il y a toujours une force de friction qui limite leur action : pour réduire la friction des roues qui tournent autour d'un axe, et augmenter ainsi leur performance, on limite le frottement par l'emploi de roulements à billes.

Dans les patins à roulettes, il y a un roulement à billes



Ces billes sont en acier dur, résistant, poli. Lorsqu'un mécanisme est destiné à supporter des charges importantes, on substitue les billes par des petits cylindres.

Les roulements à billes, dont l'origine remonte à 1870, sont installés dans un grand nombre de pièces : dans le moyeu des roues d'automobiles, dans les patins à roulettes, la perceuse ou la fraise du dentiste dans laquelle le rotor tourne sur 2 séries de roulements à billes.

Limiter le contact

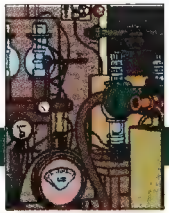
Pour réduire la friction, il faut limiter les points de contact entre les différentes pièces mécaniques en rotation. Dans un roulement à billes, la surface de contact entre les billes et les parties mobiles est minime.

Extrait de l'album *Le Secret de la Licorne*

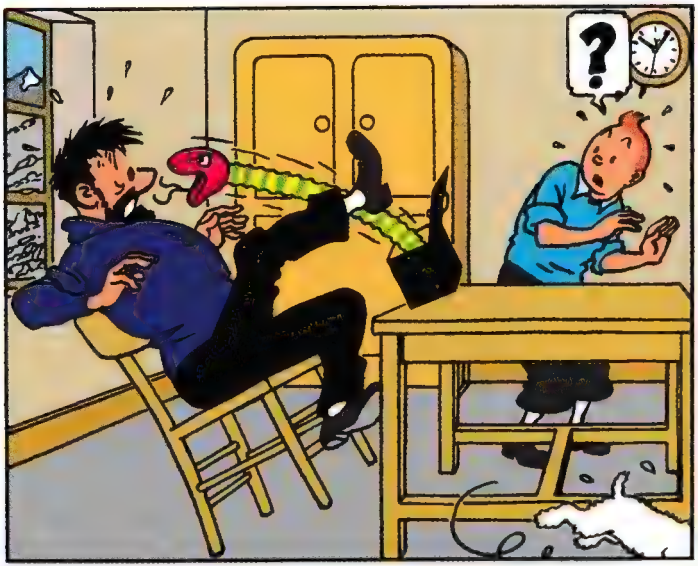
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 88-18

Lequel de ces objets ne possède pas de ressort ?



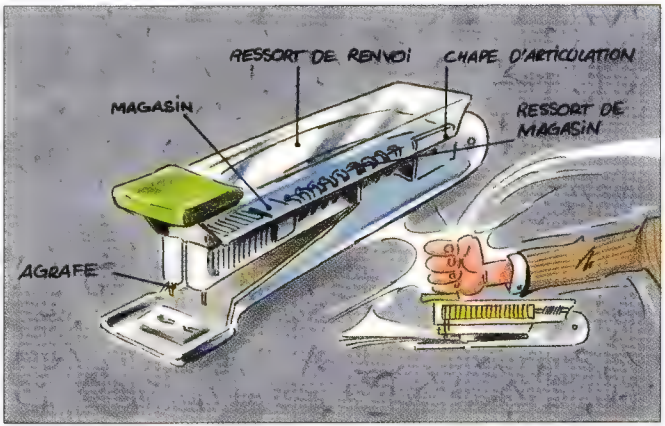
- l'agrafeuse
- le sécateur
- le tire-bouchon



Ressort

Un ressort est formé d'un fil métallique enroulé en hélice cylindrique ou d'une ou de plusieurs lames cintrées, en arc de cercle. Cette invention très ancienne fut utilisée pour les premières serrures.

Le tire-bouchon ne possède pas de ressort, mais l'agrafeuse et le sécateur en sont pourvus



L'agrafeuse utilise à la fois un ressort en spirale et un ressort à lame.

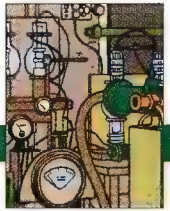
Les ressorts métalliques datent du XVI[e] siècle avec l'apparition des ressorts à lames, premier système de suspension des véhicules : un ressort peut en effet absorber de l'énergie par déformation et amortir ainsi les chocs.

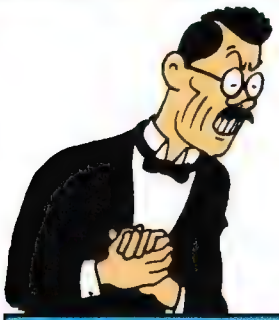
L'absorption d'énergie

Le ressort spiral, inventé par Huygens en 1675, rendit possible le perfectionnement des horloges et des montres mécaniques : quand un ressort se relâche, il restitue l'énergie emmagasinée. Le mouvement de l'horloge mécanique fonctionne avec l'utilisation de cette libération d'énergie, stockée par le ressort lorsqu'on «remonte» le mécanisme avec une clé. Enfin, un ressort reprend sa forme après avoir été tendu. Il permet ainsi de fermer automatiquement une porte.

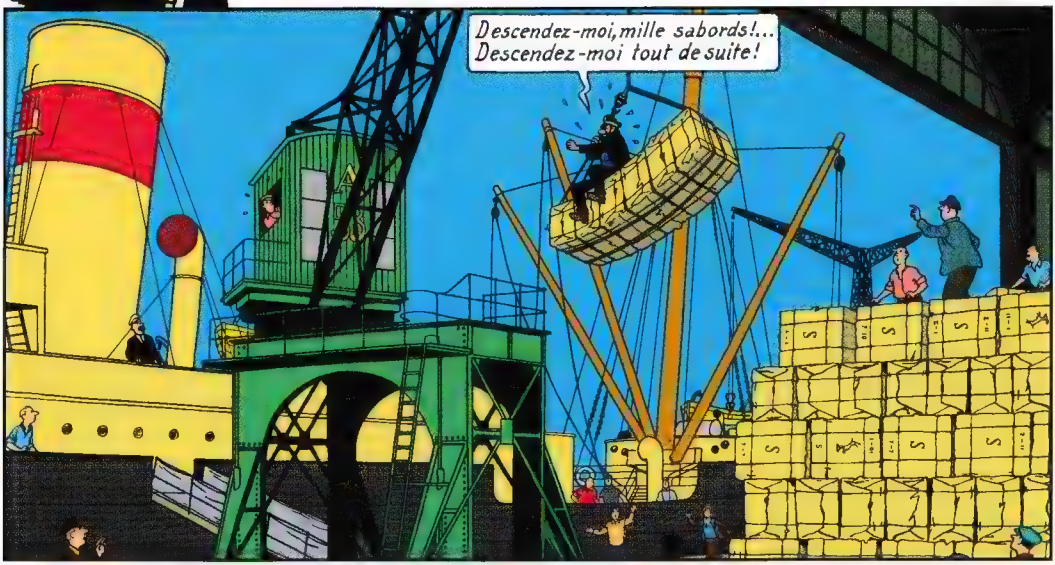
Extrait de l'album *Objectif Lune*
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 88-17

Combien de tonnes certaines grues peuvent-elles soulever ?





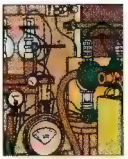
1. jusqu'à 200 tonnes
2. jusqu'à 400 tonnes
3. jusqu'à 800 tonnes



Grue

Aujourd'hui, de puissants engins de levage, électriques ou télécommandés, dominent les ports, les chantiers de construction, soulevant des charges allant jusqu' à 800 t.

Certaines grues peuvent soulever jusqu'à 800 tonnes



Les grues de chantier : un spectacle aujourd'hui familier dans le ciel des villes.

Une grue est essentiellement composée d'un bras, horizontal ou à inclinaison fixe ou réglable, appelé flèche, monté sur un support et d'un ou plusieurs dispositifs permettant de modifier la portée et l'orientation de la flèche.

Les différents types de grue

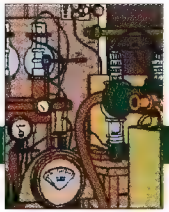
La grue de bâtiment possède une flèche fixée sur un pylone et peut être montée et démontée facilement. Les grues mobiles reposent sur un camion ou sur un chassis motorisé et permettent des interventions rapides. Les grues pourvues d'une fourche de manutention à l'extrémité de leur flèche articulée sont bien adaptées aux travaux de débardage dans les exploitations forestières. Les ponts roulants fonctionnent à peu près comme des grues : un treuil circule sur une poutre mobile transversale.

Extrait de l'album *Les Sept Boules de cristal*

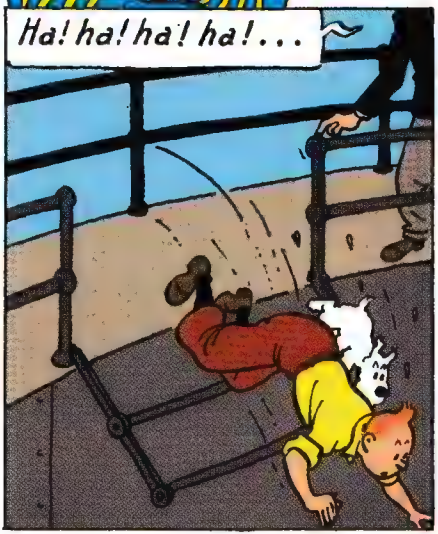
© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo : Len Sirman
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

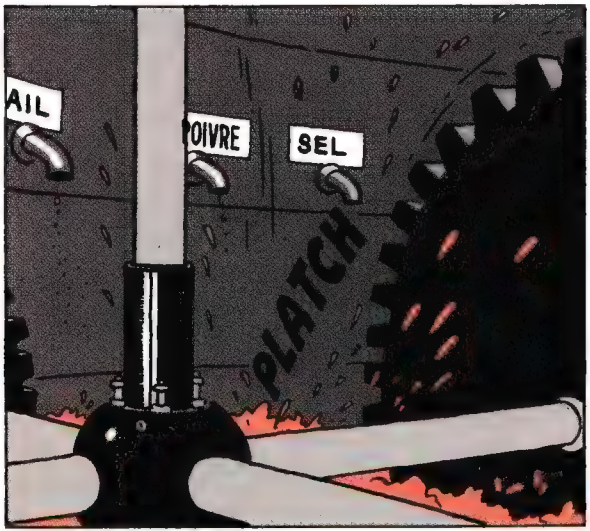
Imprimé en CEE
D2 491 33-03

Comment s'appelle la plus petite roue d'un engrenage ?



- le gyroscope
- la manivelle
- le pignon

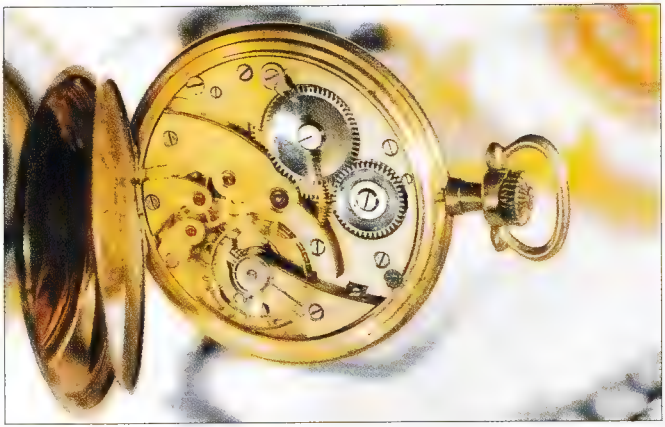




Engrenage

Un engrenage est un ensemble de deux pièces dentées, calées sur deux arbres, et qui transmet par le contact des dents un mouvement de rotation d'un élément de machine à un autre.

Le pignon est la plus petite roue d'un engrenage



On trouve des engrenages dans la boîte de vitesses des automobiles, dans le mécanisme des horloges et des pendules, ou dans celui d'un tire-bouchon : la différence de taille des roues dentées multiplie l'efficacité du mouvement.

Si les roues sont de diamètre différent, la vitesse de rotation transmise de l'arbre moteur au second se trouve modifiée. Bien qu'inégales, ces vitesses se maintiennent dans un rapport constant. La grande roue, qui possède un plus grand nombre de dents, tourne plus lentement que la petite (appelée pignon), mais avec plus de force. Plus la différence de taille est grande, plus la différence de vitesse et de force est importante. Les pièces sont des cylindres, des roues, des couronnes...

De multiples applications

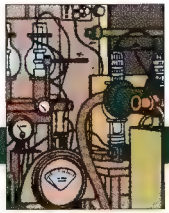
Ce système de transmission est utilisé dans un grand nombre de machines ou d'objets : dérailleurs des bicyclettes, manivelle de vitre de voiture, tondeuse mécanique, essoreuse à salade...

Extrait de l'album *Tintin en Amérique*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Brossard /Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 89-14

Lequel de ces engins fonctionne comme un levier ?



1. la brouette
2. le vilebrequin
3. le tire-bouchon

Levier

Longtemps, les hommes ont dû compter sur leur seule force pour soulever et déplacer des charges lourdes. Le principe du levier, appliqué à certains engins tels que la brouette, la grue, permet de résoudre ce problème.

La brouette fonctionne comme un levier

La brouette : une des multiples utilisations du principe du levier.

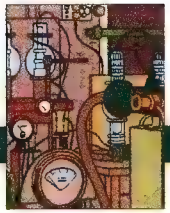
Un levier est une tige rigide, plus ou moins longue, qui bascule autour d'un axe, d'un pivot, et diminue ainsi l'effort musculaire.

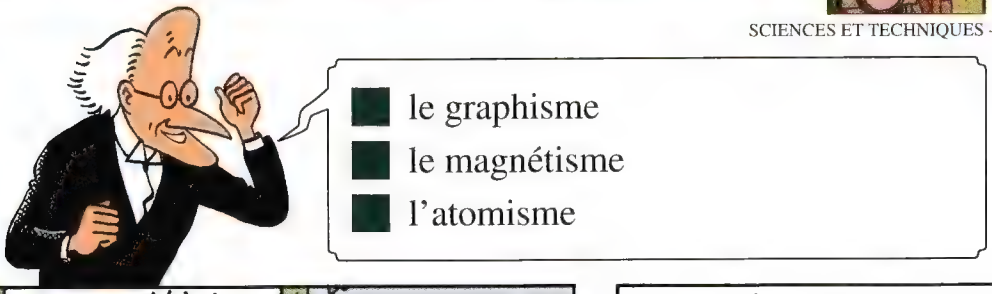
La brouette

L'endroit où l'on actionne un levier est aussi important que la quantité d'effort employé. En soulevant les bras de la brouette, un seul homme peut déplacer jusqu'à 100 kg : la charge est située près de la roue et l'effort fourni est plus éloigné du pivot que la charge. Si la charge était placée plus près des poignées de la brouette, l'effort à effectuer serait beaucoup plus important. Le décapsuleur, le pied-de-biche sont aussi des leviers tout comme les ciseaux, les pinces, le casse-noix.

Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D.R.
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 26-05

Comment s'appelle la force d'attirance des aimants ?



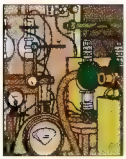


Aimant

Un certain minerai de fer, appelé magnétite, a la propriété d'attirer les objets en fer et en acier : épingles, clous, etc. C'est un aimant naturel.

On appelle généralement aimants les objets qui ont la propriété d'attirer le fer. Le champ magnétique est la zone dans laquelle l'attraction se fait sentir.

La force d'attirance des aimants s'appelle le magnétisme



Le noyau métallique de la Terre se comporte comme un gigantesque aimant : des lignes de force magnétiques vont d'un pôle à l'autre et orientent dans le sens nord-sud l'aiguille aimantée de la boussole.

Aimants artificiels

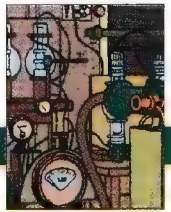
On peut aussi les fabriquer artificiellement. Par exemple, un morceau d'acier frotté contre un aimant devient lui-même aimanté ; de même, une barre de fer autour de laquelle on enroule un fil électrique parcouru par un courant continu, devient un électro-aimant. Si le courant est coupé, l'électro-aimant cesse d'attirer la pièce métallique qu'il attirait. L'électro-aimant est très employé dans l'industrie, pour le levage des pièces métalliques. On l'utilise aussi pour fabriquer des flippers, des magnétophones, des électrophones, des montres électriques, etc.

Extrait de l'album *Tintin au Congo*

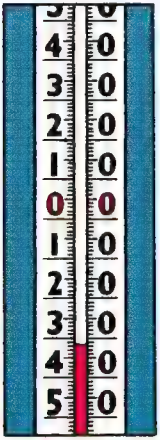
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Labat / Jerrican
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

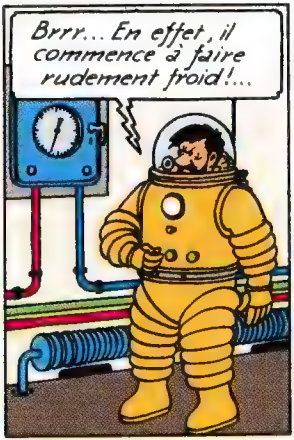
Imprimé en CEE
D2 491 57-03

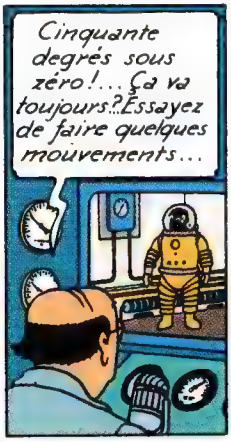
Qu'est-ce que la cryogénie ?



1. la technique de production du froid à de très basses températures
2. l'étude de la résistance des hommes au froid







Froid

La création artificielle de basses températures (cryogénie) intervient dans de nombreux domaines.

La cryogénie est la technique de production du froid à de très basses températures

La chambre froide permet le stockage et la conservation des aliments.

Plus une substance se refroidit, moins ses molécules sont agitées.

Le zéro absolu

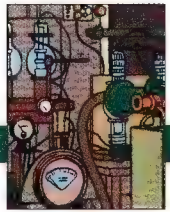
Si l'on pouvait refroidir une substance jusqu'au point où les molécules cesseraient de s'agiter, on atteindrait le «zéro absolu» (-273,16 °C), ce qui, en pratique, n'est pas possible. On sait cependant abaisser certaines substances à des températures proches du zéro absolu : les gaz deviennent alors liquides ou même solides et les matières souples deviennent fragiles et cassantes. On liquéfie ainsi les gaz pour faciliter leur transport, on traite des métaux pour en modifier la structure ou en augmenter la résistance. La cryogénie est aussi utilisée dans le domaine de la recherche : certains métaux, au voisinnage du zéro absolu, perdent leur résistance électrique, l'hélium (un gaz), liquéfié par le froid devient superfluide : il peut passer par des trous de l'ordre du micron.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Tron / BSIP
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 83-15

Avec quelle unité de mesure exprime-t-on la chaleur ?



1. le volt
2. le degré Celsius (° C)
3. l'ampère

Chaleur

Tout, dans la nature, est soumis à la chaleur : ton corps s'échauffe quand tu cours, la plante dégage de la chaleur en germant, même les matières en apparence les plus inertes peuvent subir une élévation de température.

Le degré Celsius (° C) est l'unité de mesure dont on se sert pour exprimer la chaleur

Un corps s'échauffe s'il y a un apport d'énergie : une décharge électrique, une compression (gonflage d'un pneu) ou une réaction chimique (combustion).

Tout corps (gazeux, liquide, solide) est formé par l'assemblage de particules microscopiques (atomes ou molécules), toujours en mouvement.

L'énergie des molécules

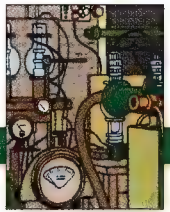
Si le mouvement s'accélère, le corps s'échauffe ; par exemple, une pompe à vélo devient chaude quand on gonfle un pneu car les molécules d'air sont accélérées avec le piston : l'augmentation de l'énergie se traduit en chaleur. Si le mouvement ralentit, il y a perte d'énergie et le corps se refroidit : lorsque le gaz carbonique se détend brusquement, il se refroidit tellement qu'il se solidifie sous forme de neige carbonique.

Extrait de l'album *Vol 714 pour Sydney*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J. Thomas / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 16-09

Depuis quand l'homme sait-il faire du feu ?

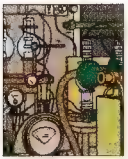


1. depuis environ 3 000 ans
2. depuis environ 50 000 ans
3. depuis environ 250 000 ans

Feu

La preuve la plus ancienne que nous ayons de la domestication du feu remonte à 250 000 ans environ

L'homme sait faire du feu depuis environ 250 000 ans



Aborigènes australiens utilisant des drilles de bois pour allumer le feu.

Homo habilis, il y a environ -1,5 million d'années, savait peut-être utiliser les feux provoqués par la foudre mais *Homo erectus*, de -1,6 million d'années à -200 000 ans, semble être le premier a en avoir produit et à l'avoir systématiquement utilisé.

Un "briquet" en bois

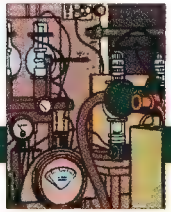
Il obtenait une étincelle en faisant rapidement tourner entre ses mains une baguette de bois, appellée drille, sur un morceau de bois sec. La drille, échauffée par le frottement, enflammait un amas d'herbes sèches. Le feu était alors entretenu avec du bois mort. La domestication du feu permit enfin aux hommes de se réchauffer, à une époque où les températures étaient basses, et aussi de s'éclairer, de cuire les aliments, de durcir la pointe de leurs épieux de bois pour la chasse.

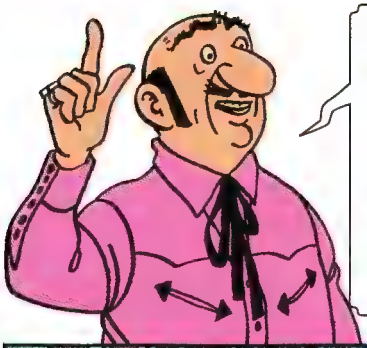
Extrait de l'album ***Tintin au Congo***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Ferrero / Explorer
© MCMXCI. Edito-Service S.A.

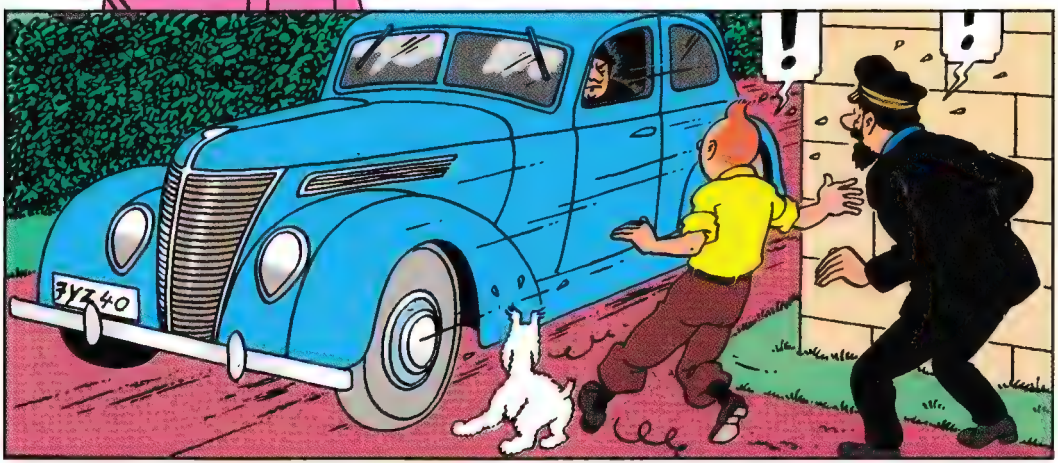
Imprimé en CEE
D2 491 05 19

Comment calcule-t-on la vitesse ?





- par la distance parcourue pendant une unité de temps (heure, minute, seconde…)
- par l'accélération d'un corps en mouvement

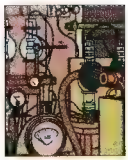


Vitesse

Les hommes ont inventé des véhicules d'une rapidité très impressionante : le Concorde vole à plus de 2 300 km/h, un véhicule spatial se déplace jusqu'à 40 000 km/h. Mais l'homme, lui, ne marchera toujours qu'à 6 km/h !

Certaines vitesses nous sont imposées par la nature et les lois de la physique : celle de la rotation de la Terre autour du Soleil (environ 30 km/s), dont résulte la durée de l'année ; celle de la rotation de la Terre sur elle-même (plus de 1 600 km/h à l'équateur), qui détermine la longueur du jour.

La vitesse se mesure par la distance parcourue pendant une unité de temps (heure, minute, seconde...)



Chaque année, des athlètes tentent, dans diverses disciplines, d'établir des records de vitesse. Ben Johnson a couru 100 m en 9"83.

En physique

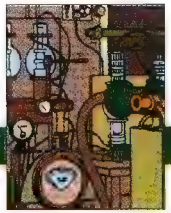
En physique, on étudie aussi bien l'accélération des particules que celle de la chute d'un corps, due à l'effet de l'attraction terrestre. On sait calculer la vitesse de la lumière qui, dans le vide, se propage à 300 000 km/s. Il en est de même des ondes radio et de télévision, ce qui permet de réaliser des émissions en direct. La vitesse du son est de 1 225 km/h environ.

Extrait de l'album *Le Secret de La Licorne*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Color Sport / Sipa-Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 41-19

Quand se développa l'éclairage électrique ?



- à partir de 1805
- à partir de 1879
- à partir de 1940

Éclairage

Les procédés d'éclairage restèrent longtemps les mêmes jusqu'à l'utilisation des hydrocarbures dans la seconde moitié du XIX^e siècle. Puis, en 1879, débuta l'éclairage électrique avec la mise au point de la lampe à incandescence par Edison.

L'éclairage électrique se développa à partir de 1879

Éclairage d'un lieu de travail par plafond lumineux (lampes fluorescentes).

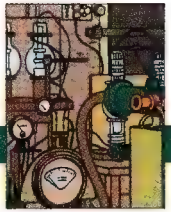
Dans l'Antiquité, on s'éclairait à la lumière de la flamme du foyer, de la torche ou de la lampe à huile. Au Moyen Age, les flambeaux de cire ou de suif (graisse animale) illuminaient les réunions. Au début du XIX^e siècle, on utilisa l'essence de pétrole et le gaz d'éclairage.

L'éclairage électrique

La lampe à incandescence est constituée par une ampoule de verre renfermant un filament réfractaire porté à l'incandescence par le courant électrique. L'ampoule contient un gaz chimique inactif : azote, argon, krypton. Vers 1940 apparurent les lampes à décharge dont la lumière fluorescente est produite par la luminescence d'une vapeur métallique (mercure, sodium).

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Index/SC / Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 89-15

Quel procédé emploie-t-on pour stériliser les pansements ?



1. la pasteurisation
2. l'asepsie
3. l'antisepsie

Stérilisation

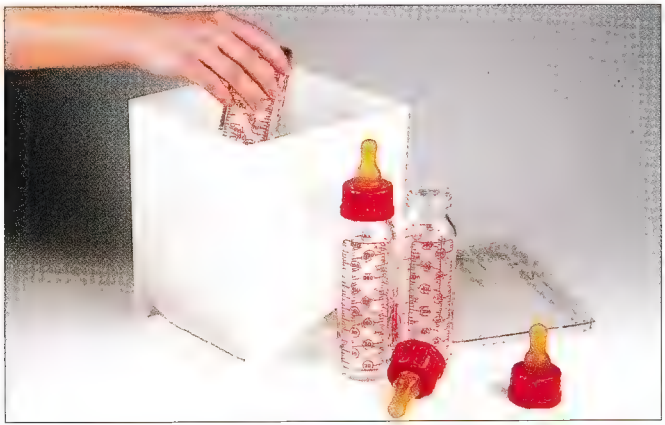
La stérilisation, ou destruction des toxines et microbes contenus dans une substance, un instrument chirurgical, un pansement, un aliment est obtenue par la chaleur (asepsie, pasteurisation) ou par l'emploi d'agents chimiques (antisepsie).

De nombreux aliments (lait, etc.) sont pasteurisés pour des raisons d'hygiène et de conservation : ils sont chauffés à des températures inférieures à 100 °C et refroidis brusquement.

Désinfection par la chaleur

La stérilisation est effectuée à plus haute température. Les objets inaltérables, en verre ou en métal, sont aseptisés en passant dans une flamme ou dans une étuve, pendant 45 minutes, à 180 °C. Le lait UHT est stérilisé à très haute température (200 à 300 °C). On peut aussi aseptiser des objets dans l'eau bouillante ou par la vapeur d'eau sous pression. La salle d'un bloc opératoire est lavée avec un liquide antiseptique.

Les pansements sont stérilisés par asepsie



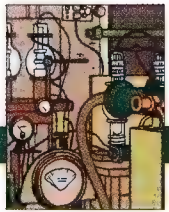
Les biberons peuvent être stérilisés dans l'eau bouillante ou à froid. Liquides et gaz ne supportant pas l'action de la chaleur sont stérilisés à froid selon divers procédés (filtrage, rayons ultraviolets, etc.).

Extrait de l'album *L'Ile Noire*

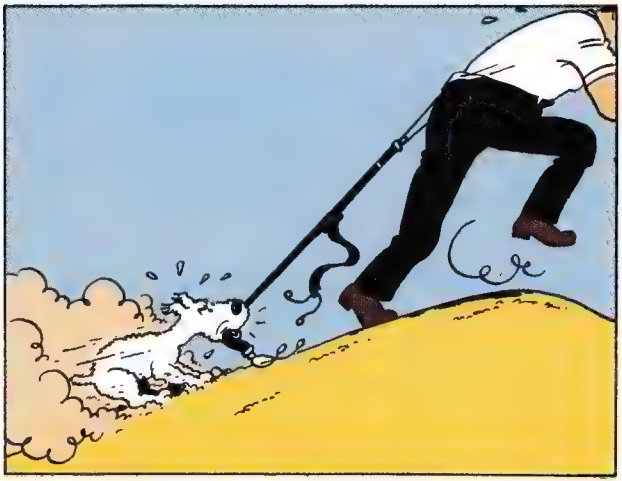
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J.-M. Trois / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 69-15

Lequel de ces matériaux est-il le plus élastique ?



- la laine
- le bois
- le caoutchouc

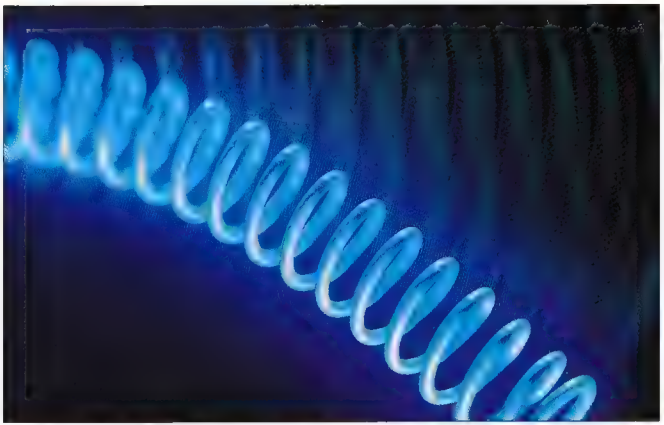


Élasticité

L'élasticité est la propriété qu'ont certains corps à reprendre leur forme quand la force qui les déformait a cessé d'agir.

Les matériaux solides ont une élasticité plus ou moins grande. Une ceinture en caoutchouc s'étire facilement car les molécules qui la composent sont de longues chaînes flexibles reliées entre elles par des ponts. De même, la laine se déforme quand tu enfiles un pull, puis reprend sa forme initiale. Le bois, l'acier ont aussi des qualités plastiques, mais ils se déforment moins rapidement et sous la contrainte de forces beaucoup plus importantes.

3 Le caoutchouc est un matériau très élastique



Les ressorts sont utilisés en mécanique pour leur élasticité. Plus un ressort est tendu, plus il se déforme et plus il absorbe d'énergie. Quand il est relâché, il reprend sa forme et restitue l'énergie emmagasinée.

Limite de l'élasticité

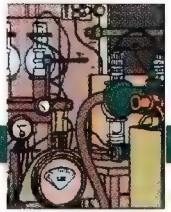
Si tu étires trop un élastique, il finit par se rompre. Aujourd'hui, des études scientifiques sont réalisées sur les qualités élastiques des matériaux de construction (charpente métallique, béton armé, etc.) : on teste leur degré de résistance, les déformations subies sous l'effet de certaines forces (oscillations, pression, cisaillement…).

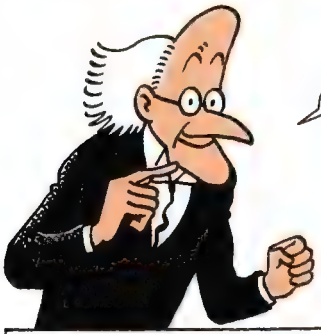
Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo P. Cherfils / Fotogram Stone
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 68-14

A quelle vitesse la lumière se propage-t-elle ?





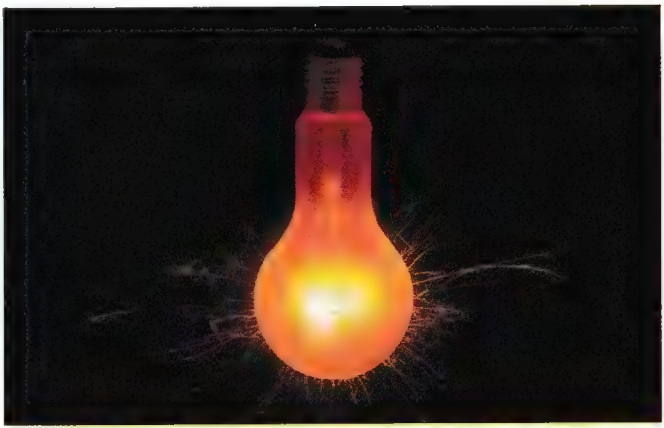
1 elle parcourt près de 300 000 km à la seconde

2 sa vitesse de propagation est infinie

Lumière

La lumière se propage à une vitesse prodigieuse : en une seconde, elle parcourt près de 300 000 km. Elle peut donc effectuer l'aller et retour de la Terre à la Lune en 2, 5 secondes !

La lumière se propage à la vitesse de 300 000 km à la seconde



Quand on ouvre l'interrupteur, la lumière se répand instantanément dans la pièce, ou presque : le temps qu'il lui faut pour franchir la distance séparant l'ampoule de notre œil est d'une infime fraction de seconde.

La lumière (un flux de particules animées de vibrations) voyage d'elle-même en ligne droite. Dans le vide, sa vitesse est de 2 999 792,58 km/s, exactement. En pénétrant un milieu comme l'air, l'eau ou le verre, elle subit une diminution de vitesse et ses rayons sont déviés. La vitesse de la lumière dans l'eau est égale aux 3/4 de sa vitesse dans le vide.

Temps et distance

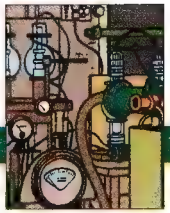
L'univers, c'est surtout du vide… Pour traverser ce vide et parvenir jusqu'à nous, la lumière des astres, malgré sa très grande vitesse, met des milliards d'années. Donc, plus on voit loin dans l'espace, plus on remonte dans le temps. Ainsi, la lumière d'une étoile, jusqu'ici invisible, et qui a explosé il y a 170 000 ans, n'est parvenue sur Terre qu'en 1987.

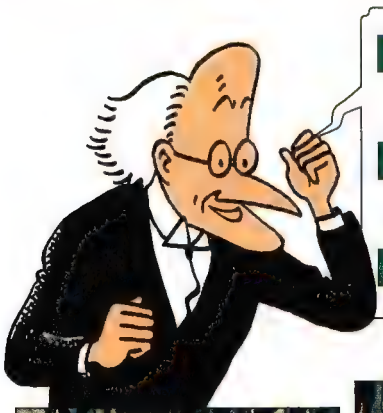
Extrait de l'album *Le Secret de la Licorne*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

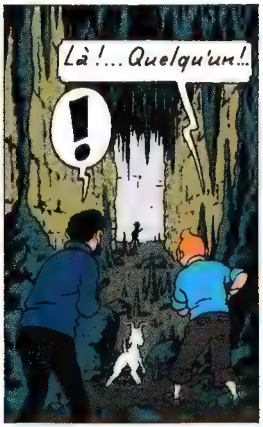
Imprimé en CEE
(2) D2 491 41-07

Qu'est-ce que l'acoustique ?





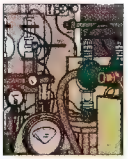
- la caisse de résonance d'un instrument de musique
- l'étude des phénomènes physiques engendrés par les sons
- l'enregistrement des sons sur disque



Son

Toutes les matières peuvent produire des vibrations qui se propagent dans l'air en ondes sonores. Certaines d'entre elles sont perceptibles à l'oreille : ce sont les sons.

L'acoustique est l'étude des phénomènes physiques engendrés par les sons



Une salle de concert, un auditorium sont construits de telle sorte que l'acoustique (qualité de perception des sons) y soit excellente.

Les sons proviennent de chocs ou de frottements entre des solides ou des liquides. Les mouvements brusques de l'air peuvent aller jusqu'à la détonation.

Fréquence et intensité

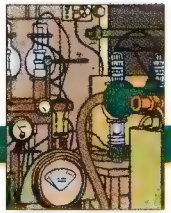
La fréquence est le nombre de vibrations par seconde : les fréquences vont des sons graves (bas) aux sons aigus (hauts). Elles s'expriment en hertz (Hz). L'oreille humaine ne peut percevoir les infrasons dont la fréquence est inférieure à 16 Hz. Nous n'entendons pas non plus les ultrasons dont la fréquence est au contraire trop élevée (plus de 15 000 Hz). La vibration sonore varie aussi d'intensité : si elle est trop faible, on entend rien ou presque, trop forte, elle est désagréable. Elle se mesure en décibels.

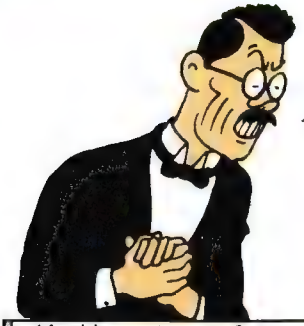
Extrait de l'album ***Vol 714 pour Sydney***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo F. Jalain / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 17-17

Qui découvrit le phénomène de la radioactivité ?





1. le physicien français Henri Becquerel, en 1896
2. les physiciens français Pierre et Marie Curie, en 1898

Radioactivité

La radioactivité est la propriété qu'ont les noyaux atomiques instables de perdre spontanément une partie de leur masse en émettant des particules ou un rayonnement électromagnétique. Ce phénomène fut découvert par H. Becquerel sur l'uranium et confirmé par Pierre et Marie Curie qui découvrirent le radium.

En 1896, le physicien français Henri Becquerel découvrit le phénomène de la radioactivité

La réaction nucléaire ainsi que ses déchets dégagent un rayonnement mortel : la radiation. Le personnel des centrales et des centres de traitement des déchets nucléaires doit être très protégé.

En 1896, H. Becquerel découvrit que l'uranium émettait des rayons mystérieux. En 1898, P. et M. Curie, analysant un minerai d'uranium, le pechblende, décelèrent la présence d'un corps 900 fois plus radioactif que ce métal : ils le baptisèrent radium.

Des rayons dangereux

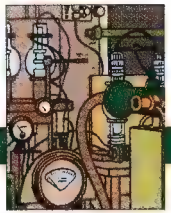
Au cours de leur désintégration, les atomes des corps radioactifs produisent plusieurs sortes de rayons appelés alpha, bêta et gamma. Les rayons radioactifs, s'ils ne sont pas contrôlés, sont nocifs pour les êtres vivants car ils attaquent en profondeur les tissus de l'organisme.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Y. Arthus-Bertrand / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 56-16

Qu'est-ce que la chimie ?



- la science qui étudie la composition de la matière et les transformations de ses éléments entre eux
- la science qui étudie les propriétés de l'électricité

Chimie

La chimie étudie la composition de la matière et les différentes propriétés de ses éléments (atomes, molécules). Comme dans un jeu de construction, on peut décomposer les corps et assembler autrement leurs éléments pour fabriquer de nouveaux matériaux.

La chimie étudie la composition de la matière et les transformations de ses éléments entre eux

Métaux, sels minéraux, corps gazeux, pétrole, charbon… constituent la matière première utilisé par l'industrie chimique pour créer artificiellement toutes sortes de produits : plastiques, textiles synthétiques etc et même… des médicaments.

Toute substance est composée d'atomes ; liés les uns aux autres, ils forment des molécules. Les molécules des corps simples sont composées d'une seule sorte d'atomes (l'hydrogène, par exemple). Les molécules des corps composés contiennent plusieurs sortes d'atomes : l'eau est faite de 2 atomes d'hydrogène (H) et de 1 atome d'oxygène (O) ; la formule chimique de l'eau est : H_2O.

Synthèse

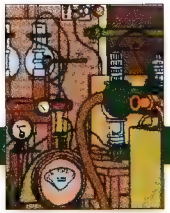
La chimie décompose les corps, découvre les proportions de leurs éléments et leurs caractéristiques. Elle peut alors les combiner autrement pour créer un autre composé : c'est la synthèse.

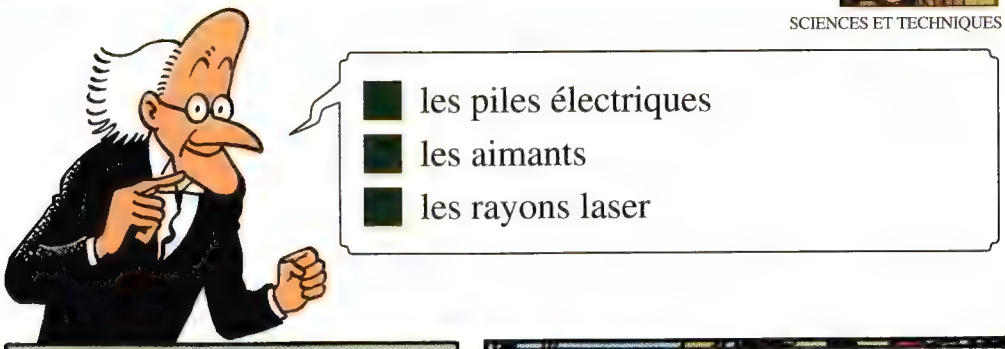
Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Weiss / Jerrican
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 61-04

Quel est l'un des domaines d'application de l'électrochimie ?

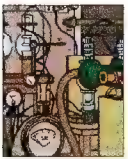




Électrochimie

La chimie et l'électricité sont en liaison étroite. Le courant électrique est un flux d'électrons, particules négatives qui entrent dans la composition des atomes. Or, la chimie est fondée sur les vibrations d'électrons des différents atomes.

Les piles électriques sont l'un des domaines d'application de l'électrochimie



Les applications de l'électrochimie sont nombreuses : piles, accumulateurs, préparation industrielle des gaz, de la soude, protection contre la corrosion des métaux, etc. Ici, une pile pour voiture électrique.

L'électricité et la chimie étaient étudiées depuis longtemps quand furent découverts les électrons.

Premières découvertes

A la fin[e] du XVIII[e] siècle, l'Italien Galvani découvrit le courant électrique en observant que des pattes de grenouilles se contractent lorsqu'on applique des métaux différents sur leurs muscles et leurs nerfs. En 1795, A.Volta montra que cette «électricité animale» pouvait être produite sans tissus vivants : il créa la première pile électrique en empilant des disques de cuivre et de zinc séparés par des rondelles de feutre imbibées d'eau acidulée. Plus tard, on découvrit que le courant d'une pile pouvait décomposer l'eau en hydrogène et en oxygène.

Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Sipa Press
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 89-16

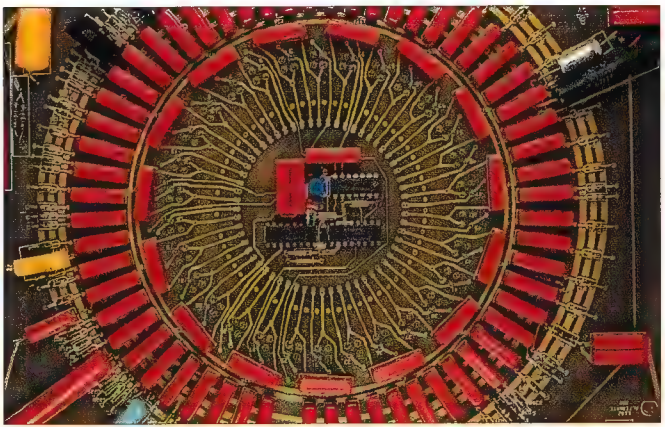
Qu'est-ce que l'électronique ?

- une science et une technique étudiant et utilisant les propriétés des électrons
- une technique de fabrication des radios

Électronique

L'électronique est une partie de la physique basée sur l'étude des propriétés magnéti-ques et des charges électriques des courants et des tensions électriques. De nombreuses techniques dérivent de cette science, notamment pour capter, transmettre et exploiter de l'information (ordinateurs, radios, télévisions, etc.).

L'électronique est une science et une technique qui ont pour objet l'étude et l'utilisation des propriétés des électrons



Des milliers de minuscules transistors (des pastilles de matériaux semi-conducteurs qui laissent passer le courant dans un sens mais pas dans l'autre) sont intégrés dans des microprocesseurs : ordinateurs miniaturisés.

Sa première application fut la transmission de signaux de TSF par Marconi, en 1895. Puis l'invention des tubes électroniques permettant la détection et l'amplification des ondes rendit possible la radiodiffusion.

Du transistor au microprocesseur

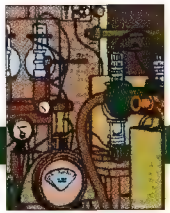
L'utilisation de matériaux nouveaux et plus fiables comme le silicium (semi-conducteur) et l'invention du transistor, en 1948, firent passer l'électronique dans la phase de la miniaturisation. Aujourd'hui, on intègre des milliers de transistors sur une puce de silicium.

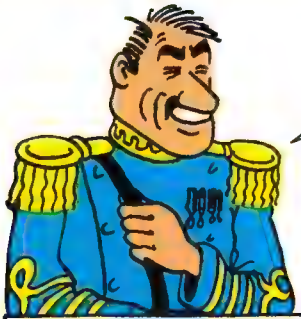
Extrait de l'album *Vol 714 pour Sydney*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Bramaz / Jerrican
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 88-07

En mathématiques, comment appelle-t-on le calcul ?





- l'algèbre
- la géométrie
- l'arithmétique

Mathématiques

Établir un calendrier, mesurer la surface d'un champ, peser la récolte, compter des troupeaux... telles furent les raisons qui poussèrent les hommes à inventer les nombres et leurs combinaisons : les opérations.

Le calcul, ou arithmétique, est une branche des mathématiques

Pour effectuer vite et bien un grand nombre d'opérations, les Japonais comptent avec un boulier composé de 23 rangées de boules. Les Européens s'en sont inspirés pour réaliser leur boulier à base décimale.

Les peuples anciens (Mésopotamie, Chine, Égypte) développèrent surtout la géométrie (étude de l'espace, des formes) et l'arithmétique (calcul). La découverte des nombres s'est faite peu à peu. Pour éviter les erreurs de calcul, il fallut trouver un système de notation commode. C'est la numération qui permet, à l'aide de symboles, ou de chiffres, de noter tous les nombres. La plus simple est le système décimal, avec 9 chiffres et le zéro. Elle fut inventée en Inde. L'arithmétique combinée avec la géométrie permet le calcul des longueurs, des superficies.

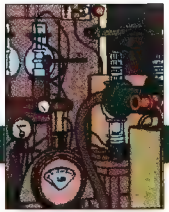
Raisonner, démontrer

Ce sont les Grecs qui inventèrent le raisonnement : grâce à une démonstration rigoureuse, on déduit la solution d'un problème.

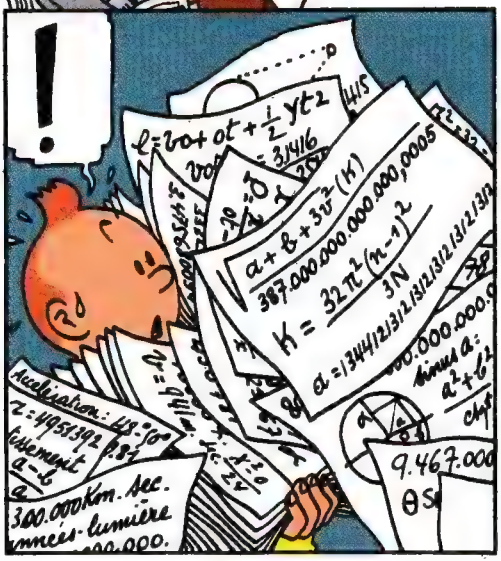
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Collection ES / Explorer Archives Imprimé en CEE
© MCMXCIII, Edito-Service S.A. D2 491 72-09

Comment appelle-t-on les chiffres utilisés couramment ?



- les chiffres romains
- les chiffres arabes
- les chiffres grecs

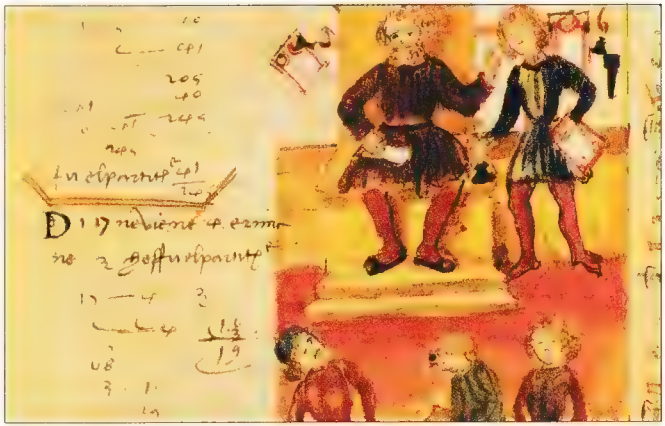


Chiffres

Le mot français «chiffre» vient du mot arabe «*sifr*» qui, signifiant «vide», correspondait au zéro. Plus tard, le mot «chiffre» fut étendu à tous les symboles servant à écrire les nombres dans un système de numération.

Les chiffres actuellement les plus utilisés sont les chiffres arabes (1, 2, 3, etc.). Dans quelques cas particuliers, on recourt aux chiffres romains. Le chiffre 2 s'écrivait II ; 4 : IV; 5 : V ; 6 : VI ; 8 : VIII ; 9 : IX ; 10 : X ; 11 : XI ; 19 : XIX ; 20 : XX ; 43 : XLIII ; 60 : LX ; 100 : C ; 532 : DXXXII, etc.

Nous utilisons couramment les chiffres arabes



Ce sont les Arabes qui ont mis au point la numération décimale dont nous nous servons pour calculer.

Chaque chiffre a un nom

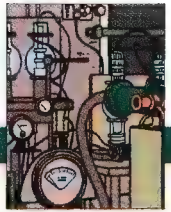
Il existe des mots numéraux pour désigner les premiers nombres (jusqu'à neuf) et les unités supérieures (les puissances de dix, soit : vingt, trente, etc.). Ces mêmes mots se lient pour composer d'autres nombres, soit sous forme additive (dix-huit), soit sous forme multiplicative (quatre-vingts), soit les deux combinées (quatre-vingt-trois).

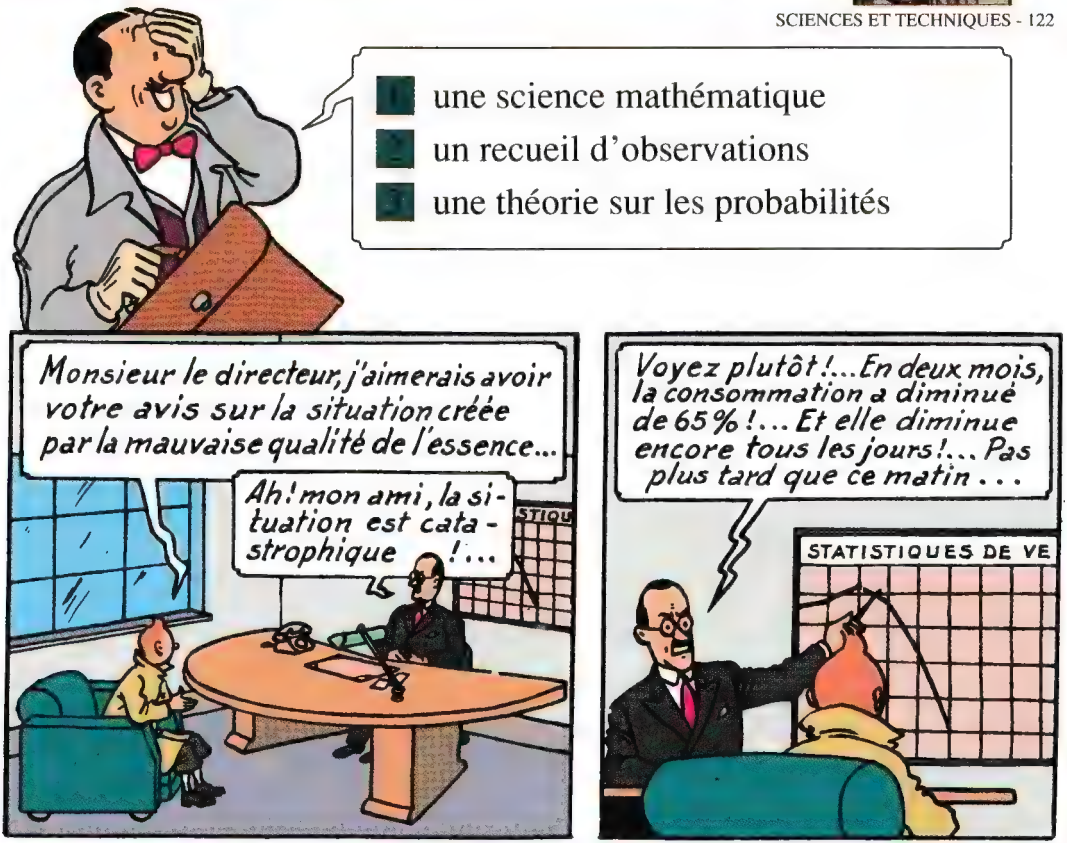
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Giraudon
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 85-05

Qu'est-ce que la statistique ?

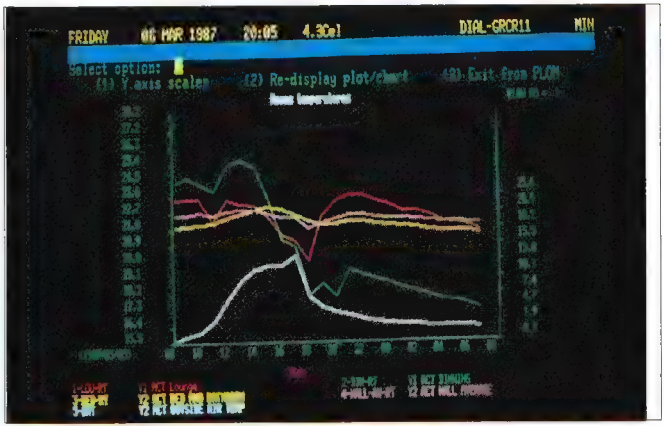




Statistique

L'objet des statistiques est de faire des prévisions, les plus justes possibles, sur des phénomènes à venir, en se basant sur des données chiffrées.

La statistique est une science mathématique



Pour mieux mettre en valeur les tendances d'un problème, les statisticiens traduisent leurs données chiffrées sous forme de courbes ou d'échelles graphiques.

Le statisticien qui doit faire le calcul d'une population, par exemple, commence par regrouper, grâce à des enquêtes, un recensement, le maximum de renseignements (nombre de naissances, de mariages, de décès, etc.). Puis il classe ces données selon l'âge, le sexe et l'habitat pour obtenir des tableaux numériques.

Hasard et certitude

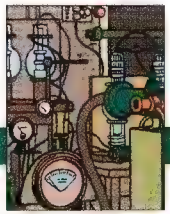
Par le calcul des probabilités, il peut, grâce à ces chiffres, établir des prévisions : évaluer par exemple l'augmentation de la population, sa répartition, etc. Les statistiques s'appliquent à de nombreux domaines : météorologie, médecine, économie (sur la production, les prix, le chômage, etc.). La certitude n'existant pas, l'art du statisticien consiste dans la juste évaluation de prévisions qui doivent être basées sur des données suffisantes.

Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Senepart / Sipa Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 42-07

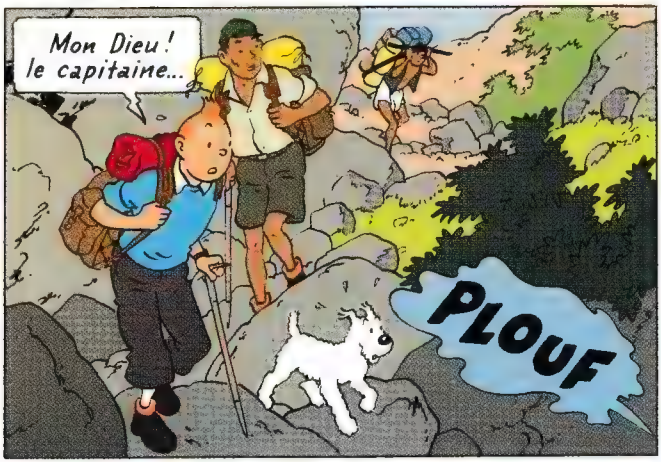
Depuis quand le mètre est-il devenu une unité de mesure obligatoire ?



1 en France, depuis 1670

2 en France, depuis 1840

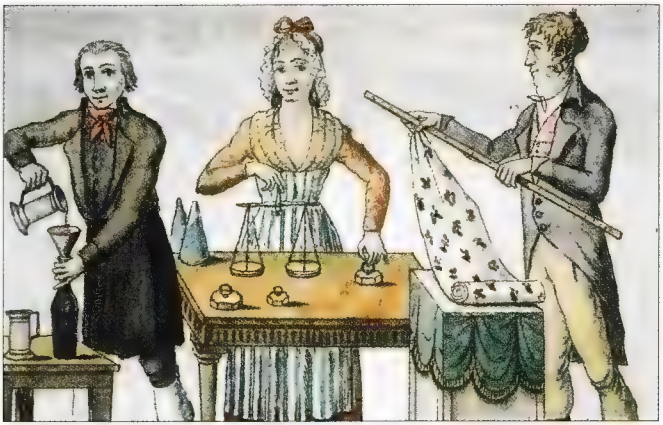
3 en France, depuis 1962



Mesure

Jadis, chaque région avait adopté un système de mesure différent, approprié à son mode de vie. Cette situation, très gênante pour les relations commerciales, subsista en France jusqu'à la Révolution.

En France, le mètre est devenu une unité de mesure obligatoire en 1840



Les nouvelles mesures mirent beaucoup de temps à s'imposer dans l'usage.

En 1790, l'Académie des sciences fut chargée d'organiser un système unique. Une unité de mesure fut choisie pour la longueur : le mètre. Il servit de base à la définition de toutes les autres unités de mesure (superficie, volume, poids).

Le système métrique décimal

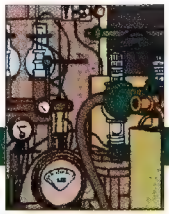
On décida que le nouveau système, appelé système métrique, serait décimal, c'est-à-dire que chaque unité pourrait avoir des multiples ou des sous-multiples, obtenus en la multipliant ou en la divisant par 10, 100, 1000, etc. Ce système fut adopté progressivement par la plupart des pays mais longtemps, la Grande-Bretagne, les Etats -Unis et tous les pays anglo-saxons ont gardé leurs anciennes unités de mesure.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo : Goldner / Sipa icono
© MCMXCII, Edito-Service S A.

Imprimé en CEE
D2 491 32-04

Qu'est-ce que la physique ?

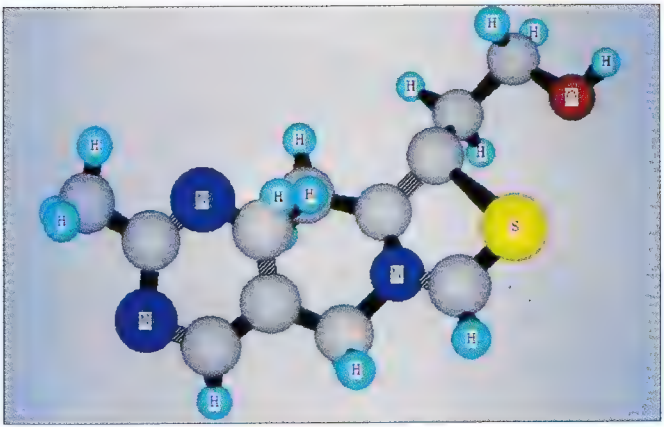


- la science qui étudie les propriétés générales de la matière et de l'énergie
- la science qui étudie les réactions qui transforment les corps les uns dans les autres

Physique

La physique s'intéresse à un grand nombre de phénomènes dont nous sommes chaque jour les témoins : la chute des corps, la propagation de la lumière, les vibrations, les frottements, etc. Les applications qui découlent de ces études expérimentales sont partout présentes dans notre vie quotidienne : que deviendrons-nous, par exemple, sans électricité ?

La physique est la science qui étudie les propriétés générales de la matière et de l'énergie



Au début du XX[e] siècle, la reconnaissance de l'existence des atomes et des molécules relance les découvertes en physique. Les scientifiques étendent leurs recherches de l'infiniment petit à l'infiniment grand.

La physique est née du désir des hommes d'expliquer les phénomènes de la nature, mais, après les premières recherches des Grecs de l'Antiquité, cette science ne se développa vraiment qu'au XVII[e] siècle.

Les lois de la physique

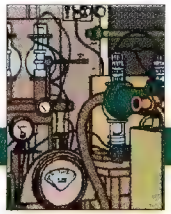
Grâce à Galilée, fut instituée la méthode expérimentale, qui consiste à réaliser des expériences, à en noter les résultats et à tenter de les traduire par des lois mathématiques précises. L'invention d'instruments perfectionnés contribua sans cesse au progrès de la physique.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

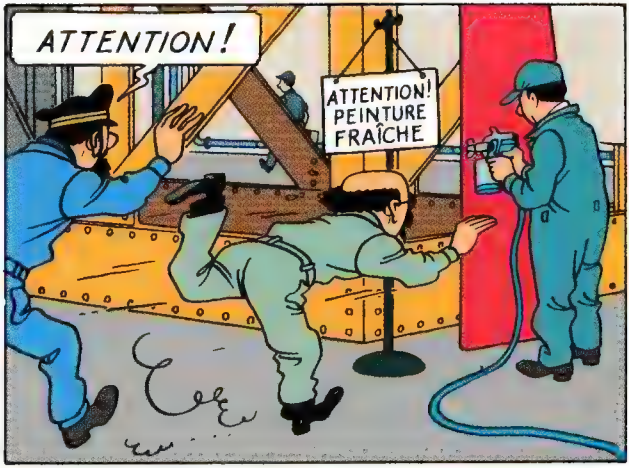
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J. Joffre / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 83-14

Qui organisa la première grande exposition universelle ?



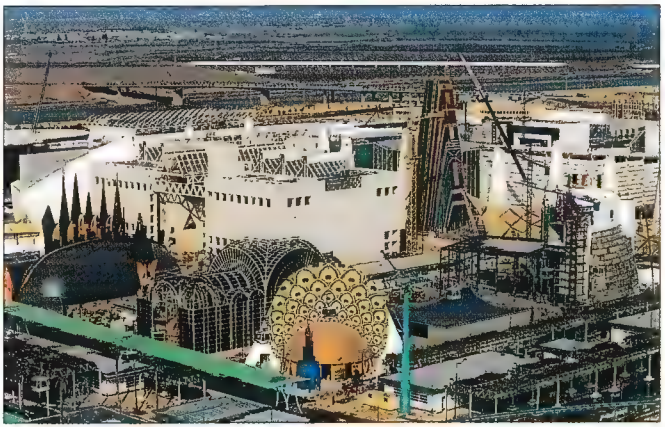
1. les Anglais, à Londres
2. les Français, à Paris
3. les Américains, à New York



Exposition universelle

La grande exposition organisée à Londres, en 1851, était consacrée aux progrès accomplis par l'homme du XIX^e siècle. Sous le toit du «Palais de Cristal» étaient rassemblés des objets des plus variés : le tout dernier modèle de locomotive pour train express, des tracteurs de batteuses, une pompe à incendie, mais aussi une foule de produits exotiques venus du monde entier.

1 Les Anglais organisèrent la première grande exposition universelle à Londres



La dernière exposition universelle eut lieu en 1992 à Barcelone.

Au XX^e siècle, les expositions universelles, qui durent 6 mois, sont l'occasion, pour les pays participants, de réaliser des œuvres architecturales qui reflètent l'état des techniques les plus avancées. Chaque nation a son pavillon.

Des œuvres de prestige

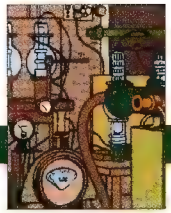
A Paris, l'exposition de 1867 fut l'occasion d'inaugurer les bateaux-mouches. Pour celle de 1878, on inaugura l'édification du palais du Trocadéro, pour celle de 1889, la tour Eiffel, pour celle de 1900, le Grand Palais et le Petit Palais.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo T. Borredon / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 81-15

Qu'est-ce qu'une image de synthèse ?



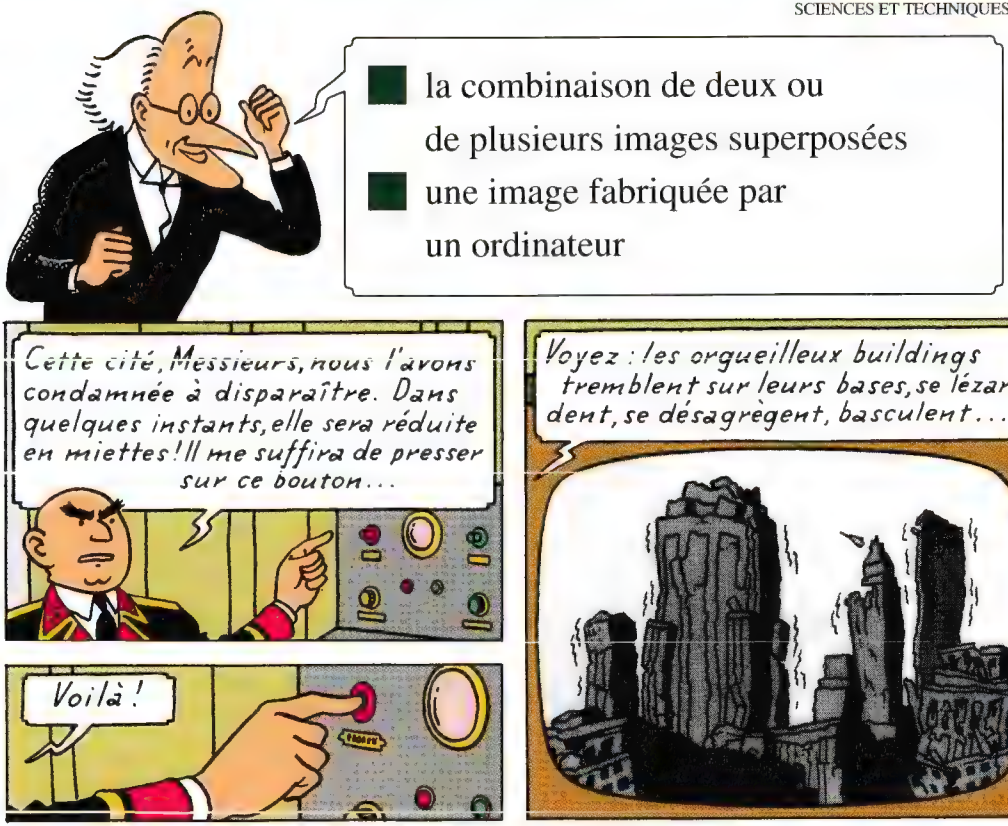
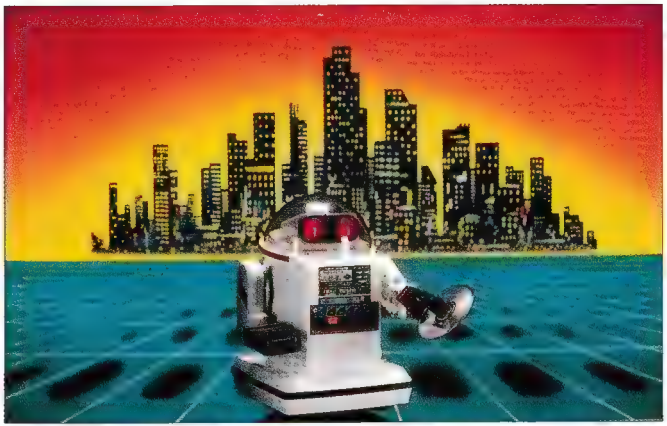


Image de synthèse

Les images de synthèse sont des images imaginaires créées par un ordinateur à qui l'on a fourni des informations. Elles peuvent offrir des spectacles époustouflants comme dans certains films à effets spéciaux, mais sont aussi utiles dans des domaines très sérieux.

2 Une image de synthèse est fabriquée par un ordinateur



Dans les films, des robots d'acier parlent et se déplacent comme s'ils étaient en chair et en os, des personnages explosent : toutes ces images n'existent pas en réalité. Elles sont créées par un ordinateur.

Au début des années 80, IBM eut l'idée de créer une image de la Terre enveloppée de sa couche d'ozone. Le nuage changeait de forme au fur et à mesure que les scientifiques introduisaient de nouvelles données : ils obtenaient ainsi un schéma qui bougeait en même temps qu'évoluait la réalité. On réalise aussi des films de synthèse qui montrent la formation des nuages polluants pour comprendre des phénomènes écologiques.

En médecine

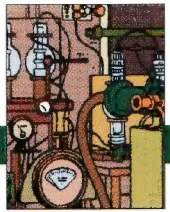
Pour opérer, le chirurgien peut aujourd'hui s'aider d'images de synthèse montrant l'intérieur du corps humain.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

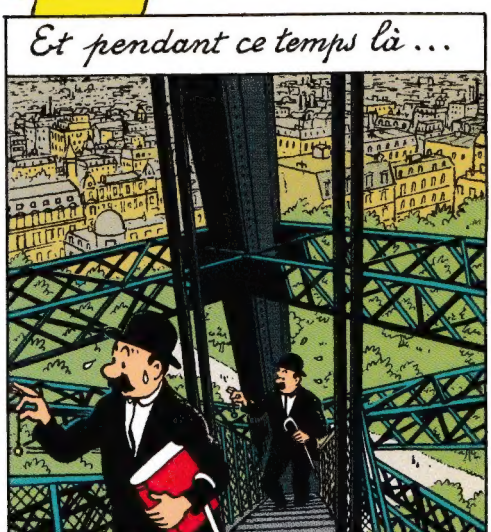
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Japack / Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 91-05

Quelle est la hauteur de la tour Eiffel ?



1. 210 m
2. 237,25 m
3. 320,75 m

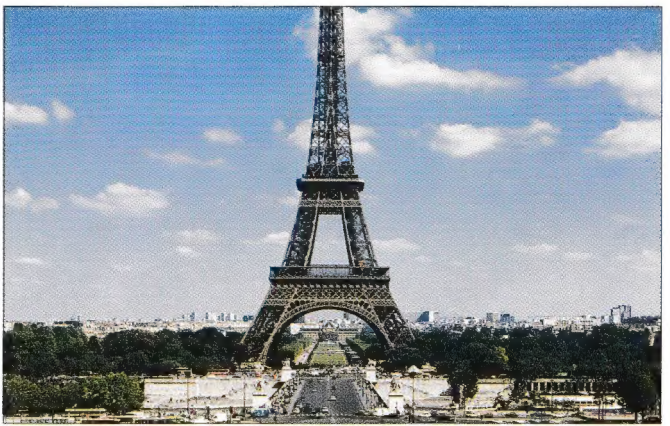


Tour Eiffel

La tour Eiffel fut inaugurée en 1889. A cette époque, les 300 m et au-delà représentaient une hauteur à faire rêver tous les architectes du monde.

La tour fut construite par l'ingénieur Gustave Eiffel pour célébrer le centenaire de la Révolution française lors d'une grande exposition.

3 La tour Eiffel mesure 320,75 m de haut



Les piliers de la tour Eiffel sont solidement ancrés sur de caissons remplis de sable. Les jours de grands vents, c'est à peine si elle hoche la tête… de 18 centimètres !

Comme un Meccano

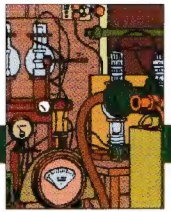
En 2 ans et 2 mois, 18 038 pièces d'acier furent assemblées, 2 500 000 rivets posés. Afin d'éviter que les 1792 marches ne découragent les visiteurs, Eiffel installa dans les piliers ouest et est 2 ascenseurs hydrauliques d'une conception révolutionnaire pour l'époque. Aujourd'hui, après modernisation, ils continuent de hisser 650 personnes à l'heure jusqu'au deuxième étage. Aujourd'hui, sa tête est rehaussée par les antennes des chaînes de radio et de télévision. Elle sert aussi de paratonnerre et est équipée d'instruments de météorologie.

Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Werner Otto / Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

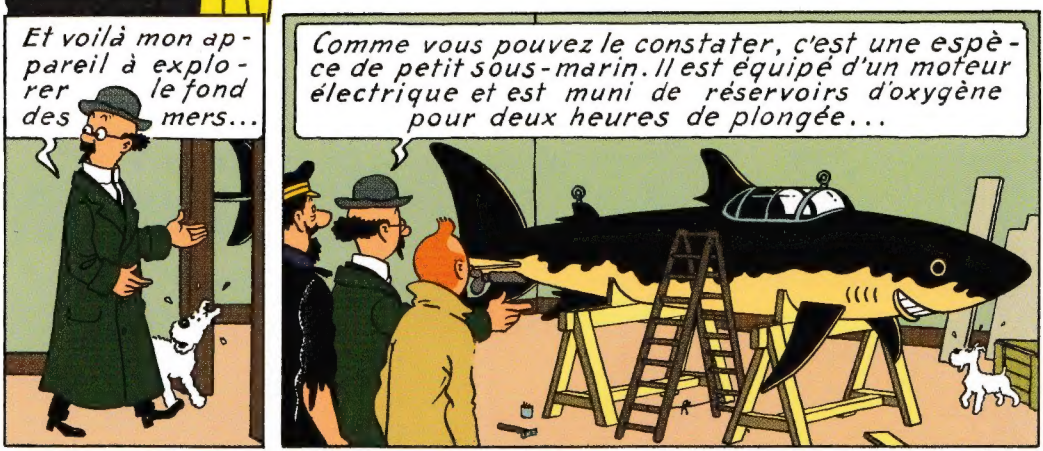
Imprimé en CEE
D2 491 91-12

Qu'est-ce que la bionique ?



1 une science qui cherche à imiter les «trucs» des plantes et des animaux

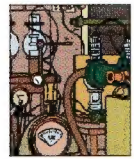
2 l'étude des différentes espèces animales

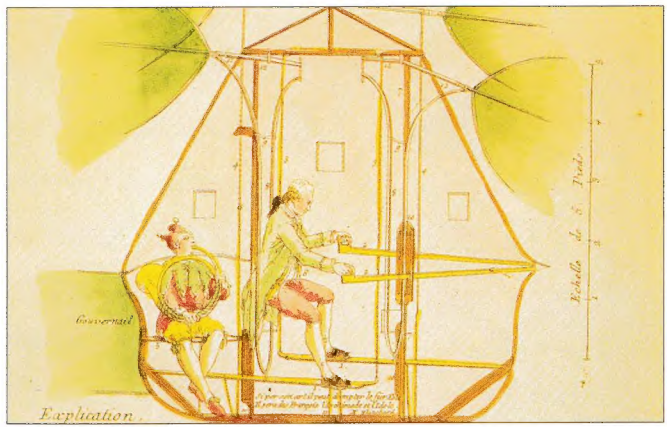


Bionique

Les technologies modernes sont mises au point dans des laboratoires mais les ingénieurs trouvent parfois leurs idées en observant la nature : cette démarche est une science : la bionique.

1 La bionique est une science qui cherche à imiter les «trucs» des plantes et des animaux





Sous-marins et torpilles doivent leur forme aux poissons. Les premiers fous volants, en voulant imiter les oiseaux, faisaient déjà de la bionique.

La bionique a permis de découvrir dans la nature des processus analogues aux inventions humaines, tels que le sonar des chauves-souris et des dauphins.

La nature pour modèle

Inversement, elle permet de réaliser des inventions en s'inspirant de processus ou de dispositifs propres aux animaux ou aux plantes. Avec leurs nids en alvéoles hexagonales, les abeilles ont créé une structure à la fois légère et résistante et qui offre un maximum de volume en utilisant un minimum de matière. Des ingénieurs ont copié cette construction pour fabriquer des parois d'avion, des membranes de haut-parleurs. En observant ces petites boules de bardane qui s'accrochent aux vêtements, un inventeur mit au point le velcro.

Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo ERL / Sipa-Icono
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 91-16